

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

THESE DE DOCTORAT

3^{ème} CYCLE EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Spécialité : Diversité et Écologie des Peuplements Animaux

Présentée par

BAIKECHE LYAS

Thème

**ETUDE DE LA FAUNE PISCIAIRE DES EAUX
CONTINENTALES DE KABYLIE (ALGERIE)**

Soutenue publiquement le :22 /02 / 2024 Devant le jury d'examen composé de :

Président :	Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur	UMMTO
Directeur de thèse :	Mr LOUNACI Abdelkader	Professeur	UMMTO

Examineurs :

Mr ZOUGGAGHE Fatah	Professeur	UAMO. Bouira
Mme ATTOU Fouzia	Maitre de Conférences Classe A (MCA)	USTHB. Alger
Mme YEHIA CHERIF Samia	Maitre de Conférences Classe A (MCA)	USTHB. Alger
Mme CHAOUCHI-TALMAT Nora	Maitre de Conférences Classe A (MCA)	UMMTO

Laboratoire des Ressources Naturelles - FSBSA/ UMMTO

Remerciement

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude vont tout d'abord à mon directeur de thèse le Professeur LOUNACI ABDELKADER, pour m'avoir encadré durant ces années de doctorat, en étant toujours disponible, patient et encourageant.

Je tiens à exprimer ma gratitude à Madame MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja Professeur à l'UMMTO, pour avoir accepté de présider le jury de mon doctorat.

Je tiens à remercier le Professeur ZOUGGAGHE Fatah et les Maîtres de conférences ATTOU Fouzia, ALI-BENALI Zohra et YAHIA CHERIF Samia pour avoir accepté d'être membres du jury de cette thèse.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mon enseignante de licence et de master, Mme Lounaci-Daoudi Dhya, pour le grand intérêt qu'elle a porté à ce travail, pour toutes les discussions et les débats très enrichissants, ainsi que pour les conseils et l'encadrement qu'elle m'a prodigués tout au long de ces années. Sa contribution a été essentielle tout au long de ce travail.

Mes sincères remerciements et reconnaissance vont au docteur FREVHOF YORG du Museum für Naturkunde - Leibniz Institute for Research on Evolution and Biodiversity- BERLIN (Allemagne), de m'avoir ouvert les portes de son laboratoire ainsi que pour son apport dans l'identification des espèces

Mes vifs remerciements s'adressent à FORD MATHEW pour sa disponibilité et le temps consacré pour satisfaire ma curiosité durant la période de mon stage ou bien via les nombreux emails échanger

Mes vifs remerciements aux docteurs LAMINE SMAIL, FACI MASSINISSA et DJOAHER TINHINANE pour leurs aide lors des sorties sur le terrain ainsi que pour les suggestions lors de la rédaction de la thèse

*Je remercie docteur **HACHOUR KAMAL** qui m'a encouragé a passé le concours doctorale et m'a beaucoup aidé dans la phase de préparation*

*Mes remerciement s'adressent à toute l'équipe du laboratoire d'analyse **SEAA** grâce a qui on a pu réaliser les analyses physico-chimiques et particulièrement à Madame **CHIKHI AKILA** responsable du laboratoire d'analyse et **HADDADI NORDINNE** ingénieur de laboratoire*

*Mes remerciements s'adressent à Monsieur **MOUISSI KARIM** pour sa patience durant la formation sur **ARC Gis**, ainsi que pour l'aide et le temps qu'il m'a accordés pour la réalisation des cartes*

*Mes remerciements s'adressent au professeur **Abdeslam Malek** pour les nombreuses sorties sur le terrain et toutes les discussions enrichissantes*

*Mes vifs remerciements s'adressent à madame **ALLIK**, directrice du barrage **Taksebt** qui à toujours mis tous les moyens à notre disposition lors des nombreuses sorties sur le barrage **Taksebt***

Je remercie mes amis pour leur disponibilité, pour le coup de main dans les nombreuses aventures sur le terrain, je n'aurai rien pu faire sans vous

*Je remercie vivement les pêcheurs : **FATEH, NABIL, ALI** et **KAHOUADJISadek** Pour leurs aides lors des pêches dans les différents barrages*

En fin je remercie toute ma famille et tous mes amis pour le soutien matériel et moral durant ces six dernières années. Je suis vraiment reconnaissant

Dédicaces

À une belle âme qui n'a pas eu la chance de poursuivre des études avancées et de réaliser son rêve de petite fille. À la personne qui m'a donné la vie, l'envie et la motivation et qui a toujours été là pour me rappeler la noblesse de ma mission.

Yemma Azizen.

À mon cher père en reconnaissance pour tout ce qui il a fait pour sa famille, pour ses encouragements et son soutien

Inconditionnel

Vava Azizen

Figure 1. Situation géographique de la région d'étude.....	7
Figure 2. Carte géologique de la région d'étude.	10
Figure 3. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans quelques localités de la wilaya de Tizi-Ouzou : période 2000-2020 (O.N.M.de Tizi-Ouzou).....	12
Figure 4. Carte des précipitations moyennes de la wilaya de Tizi Ouzou.....	14
Figure 5. Températures moyennes à Tizi Ouzou : période 2000-2020 (données O.N.M de Tizi-Ouzou, 2021).....	16
Figure 6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse:(TiziOuzou,2002-2019).....	17
Figure 7. Projection de la localité d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	18
Figure 8. Carte des sites échantillonnés.	23
Figure 9. Station de Takdempt (BS1).....	25
Figure 10. Station de Baghlia (BS2).....	25
Figure 11. Station de Tadmaït (MS1)	26
Figure 12. Station de Draa Ben Khedda (MS2).....	27
Figure 13. Station Tazmalt (MS3)	27
Figure 14. Station Chaïb (HS1).....	28
Figure 15. Station de Fréha (HS2).....	28
Figure 16. Station de Tlatha (OG1).....	29
Figure 17. Station de Boghni (OG2).....	30
Figure 18. Station d'Ath Kouffi (OG3).....	30
Figure 19. Station Takhoukht (OS1).....	32
Figure 20. Station Assif Ouadhias (OS2).....	33
Figure 21. Station Thamdha El Rehma (OS3).....	34
Figure 22. Station Tamdha Oussarghi (OS4).....	34
Figure 23. Station Assif Djmaâ (OS6).....	36
Figure 24. Station de Boubhir (OH1).....	37
Figure 25. Station d'assif Sahel (OH2).....	38
Figure 26. Barrage Taksebt (TAK).....	39

Figure 27. Barrage de Djebba (DJB).....	40
Figure 28. Barrage d’Ain Zaouia (AIZ).....	41
Figure 29. Barrage de Draa El Mizan (DMZ).....	41
Figure 30. Retenue collinaire de Boukhalifa (RCB).....	42
Figure 31. Retenue collinaire de Cap Djinet (CPJ).....	42
Figure 32. Mesures ex situ.....	51
Figure 33. Méthode de pêche au filet maillant.....	51
Figure 34. Récolte du matériel biologique par la méthode de pêche électrique	57
Figure 35. Pêche au filet maillant	57
Figure 36. Démaillage des poissons	57
Figure 40. Variations des températures dans les différentes stations	60
Figure 41. Variations des valeurs de la conductivité dans les différentes stations.....	61
Figure 42. Variations des valeurs du pH dans les différentes stations.....	61
Figure 43. Variations des valeurs de l’oxygène dissous dans les différentes stations	62
Figure 44. Variations des valeurs de turbidité dans les différentes stations.....	63
Figure 45. Variations des valeurs de NH_4^+ dans les différentes stations.....	64
Figure 46. Variations des valeurs de NO_2^- dans les différentes stations.....	65
Figure 47. Variations des valeurs de NO_3^- dans les différentes stations.....	65
Figure 48. Variations des valeurs de PO_4^{3-} dans les différentes stations.....	66
Figure 49. Variations de la matière en suspension dans les différentes stations.....	67
Figure 50. Variations des valeurs de Cl^- dans les différentes stations.....	67
Figure 51. Variations des valeurs de Ca^{2+} dans les différentes stations.....	68
Figure 52. Variations des valeurs de mg^{2+} dans les différentes stations	69
Figure 53. Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (double projection, Paramètres-Stations).....	73
Figure 54. Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (diagramme des contributions).....	74
Figure 55. Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (diagramme des scores).....	74
Figure 56. Dendrogramme de la classification hiérarchique des paramètres physico- chimiques analyses	75

Figure 57. Dendrogramme de la classification hiérarchique des stations analysées.....	75
Figure 58. Abondance et occurrence relatives des espèces recensées dans les stations étudiées.....	91
Figure 59. Distribution et noyaux des espèces et des stations dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.....	93
Figure 60. Distribution et noyaux des espèces sur le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.....	94
Figure 61. Distribution et noyaux des stations sur le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.....	94
Figure 62. Dendrogramme de la distribution des espèces.....	95
Figure 63. Dendrogramme de distribution des stations.....	95
Figure 64. Carte de répartition de la lamproie marine (<i>Petromizon marinus</i>) dans la zone d'étude.....	98
Figure 65. Carte de distribution de l'anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>) dans la zone d'étude.....	101
Figure 66. Carte de distribution de l'Alose nord-Africaine (<i>Alosa algeriensis</i>).....	104
Figure 67. Carte de distribution de la Carpe commune (<i>Cyprinus carpio</i>) dans la zone d'étude.....	107
Figure 68. Carte de répartition du Barbeau Kabyle (<i>Luciobarbus setivemensis</i>) dans la zone d'étude.....	109
Figure 69. Carte de distribution du Carassin (<i>Carassius auratus</i>) dans la zone d'étude.....	111
Figure 70. Carte de répartition de la Carpe herbivore (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) dans la zone d'étude.....	113
Figure 71. Carte de répartition de la carpe argentée (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) dans la zone d'étude.....	115
Figure 72. Carte de répartition de la carpe à grosse tête (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>) dans la zone d'étude.....	117
Figure 73. Carte de présence du goujon asiatique (<i>Pseudorasbora parva</i>) dans la zone d'étude.....	119
Figure 74. Carte de répartition du gardon (<i>Rutilus rutilus</i>) dans la zone d'étude.....	122
Figure 75. Carte de répartition de la Brème (<i>Abramis brama</i>) dans la zone d'étude.....	123
Figure 76. Carte de répartition de l'ablette du Maghreb (<i>Tropodophoxenellus callensis</i>) dans la zone d'étude.....	125
Figure 77. Carte de répartition de l'atherine (<i>Atherina boyerrie</i>) dans la zone d'étude.....	127
Figure 78. Carte de répartition de la gambusie (<i>Gambusia holbrooki</i>) dans la zone d'étude.....	129
Figure 79. Carte de répartition du mulot porc (<i>Mugil cephalus</i>) dans la zone d'étude.....	131

Figure 80. Carte de distribution du mulot (<i>Chelon ramada.</i>) dans la zone d'étude.....	132
Figure 81. Carte de distribution du mulot doré (<i>Chelon aurata</i>) dans la zone d'étude.....	135
Figure 82. Carte de répartition du Black-bass (<i>Micropterus Salmoides</i>) dans la zone d'étude.....	137
Figure 83. Carte de répartition du sandre (<i>Sander lucioperca</i>) dans la zone d'étude.....	139
Figure 84. Photos des espèces allochtones récoltées dans la zone d'étude.....	140
Figure 85. Photos des espèces autochtones récoltées dans la zone d'étude.....	141

Tableau 1. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à certaines localités de la vallée du Sébaou (période 2000-2020 ; O.N.M, 2021).....	13
Tableau 2. Températures moyennes mensuelles à Tizi-Ouzou : période 2000-2020 (données O.N.M de Tizi Ouzou, 2021).....	15
Tableau 3. : Significativité du coefficient de correction r.....	55
Tableau 4. Matrice de corrélation des paramètres mésologiques et physico-chimiques étudiés.....	63
Tableau 5. Inventaire de la faune pisciaire d'Algérie.....	78
Tableau 6. Inventaire de la faune pisciaire de la Kabylie.....	89

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Description de la région d'étude	
1. Situation géographique de la région d'étude	5
1.1. Le Djurdjura.....	6
1.2. Le bassin hydrographique du Sébaou	6
1.3. Contexte géologique	8
2. Climatologie.....	9
2.1. Les précipitations	11
2.1.1. Les précipitations annuelles	11
2.1.2. Les précipitations mensuelles	12
2.1.3. Neige	15
2.2. Température	15
2.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson.....	16
2.4. Le quotient pluviométrique d'Emberger.....	17
3. Le couvert végétal	18
4. Hydrologie	20
5. Perturbations anthropiques.....	20
Chapitre II : Sites d'études et méthodes	
1. Description d'ensemble des plans d'eau étudiés et emplacement des stations	22
1.1. Description des stations d'étude	22
1.1.1. Oued Sébaou (s.s.)	24
1.1.2. Sous-bassin de l'oued Bougdoura.....	29
1.1.3. Sous-bassin de l'oued Aïssi	31
1.1.4. Sous-bassin de l'oued Boubhir	36
1.1.5. Les Lacs de barrage et retenues collinaires	38
1.2. Paramètres environnementaux.....	43

1.2.1. Débit et Vitesse du courant	43
1.2.2. Profondeur et largeur du lit	44
1.2.3. Substrat	44
1.2.4. Substrat minéral	45
1.2.5. Substrat végétal	45
1.2.6. Végétation bordante	45
1.2.7. Activités humaines	46
1.3. Physico-chimie de l'eau des sites d'étude	47
1.3.1. Température (T °C)	47
1.3.2. Le Potentiel hydrogène (pH)	47
1.3.3. La Conductivité électrique	48
1.3.4. L'Oxygène dissous	48
1.3.5. Turbidité	48
1.3.6. Les matières en suspension MES	48
1.3.7. Le calcium Ca ²⁺	49
1.3.8. Le magnésium Mg ²⁺	49
1.3.9. Les chlorures Cl ⁻	49
1.3.10. Ammonium (NH ₄ ⁺)	50
1.3.11. Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	50
1.3.12. Nitrates (NO ₃ ⁻)	50
1.3.13. Les phosphate (PO ₄ ³⁻)	50
2. Méthodes d'échantillonnage de l'Ichtyofaune	51
2.1. Pêche aux filets maillant	52
2.1.1. Pêche au filet tramail	52
2.1.1. Pêche au mono filament	52
2.2. La pêche Electrique	52
2.3. Capture des poissons	53
2.4. Identification et conservation des échantillons	53
3. Méthodes d'analyse de la structure des peuplements	53

3.1. Descripteurs statistiques.....	53
3.2. Traitement statistique.....	55
Chapitre III : Résultats et discussions	
1. Caractérisation de la qualité de l'eau.....	59
1.1. Qualité physicochimique	59
1.1.1. Température de l'eau (T °C).....	59
1.1.2. La Conductivité électrique.....	60
1.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)	61
1.1.4. L'Oxygène dissous.....	62
1.1.5. La Turbidité	62
1.1.6. Ammonium (NH ₄ ⁺).....	63
1.1.7. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	64
1.1.8. Nitrates (NO ₃ ⁻)	65
1.1.9. Phosphate (PO ₄ ³⁻).....	66
1.1.10. Matières en suspension (MES)	66
1.1.11. Chlorures (Cl ⁻).....	67
1.1.12. Calcium (Ca ²⁺).....	68
1.1.13. Magnésium (Mg ²⁺)	68
2. Analyse statistiques et interprétations.....	69
2.1. Corrélation de Pearson.....	69
2.2. Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimique (ACP) ...	71
3. Analyse globale.....	76
3.1. Inventaire de l'ichtyofaune des eaux continentales d'Algérie.....	76
3.2. Peuplement ichthyologique de la Kabylie	87
3.3. Abondance et occurrence des espèces recensées	88
3.4. Structure des peuplements	92
4. Biologie et écologie des espèces inventoriées	96
4.1. Ordre : Petromyzontiformes	96
4.1.1 Famille : Petromyzontidae	96

4.2. Ordre : Anguilliformes.....	98
4.2.1. Famille : Anguillidae	98
4.3. Ordre : Clupeiformes	101
4.3.1. Famille : Clupeidae	101
4.4. Ordre : Cypriniformes.....	104
4.4.1. Famille : Cyprinidae	104
4.4.2. Famille : Xenocyprididae.....	111
4.4.3. Famille : Gobionidae.....	117
4.4.4. Famille : Leuciscidae	119
4.5. Ordre des Atheriniformes	125
4.5.1. Famille : Atherenidae.....	126
4.6. Ordere : Cyprinodontiformes.....	128
4.6.1. Famille : Poeciliidae	128
4.6.2. Famille des Mugilidae.....	129
4.6.3. Famille : Moronidae.....	133
4.6.4. Famille : Centrachidae	135
4.6.5. Famille : Percidae	137
Conclusion	142
Références bibliographiques.....	145

Introduction

Introduction

Les écosystèmes aquatiques d'eau douce constituent une ressource vitale pour l'homme. Ils offrent un habitat unique pour une biodiversité riche et variée (STRAYER & DUDGEON, 2010). Bien qu'elles couvrent moins de 1 % de la surface de la terre, les eaux douces abritent plus de 10% de toutes les espèces décrites. Malheureusement cette biodiversité est fortement menacée.

Les poissons d'eau douce font partie des groupes taxonomiques ayant le plus grand nombre d'espèces menacées (NIETO et al., 2015 ; GOZLAN et al., 2019). Environ 11950 espèces de poissons d'eau douce sont reconnues dans le monde et 230 espèces de poissons diadromes fréquentent à un moment de leur vie les eaux douces (BRUSLE et QUIGNARD, 2000 ; NELSON, 2000). Leur situation est préoccupante. En effet un tiers des espèces connues aurait disparu ou serait fortement menacées et près de 5% figurent sur la liste rouge de l'UICN des animaux menacés (MAITLAND, 1995). Les principales causes de déclin sont la destruction et l'anthropisation des habitats (STRAYER, 2006 ; UICN, 2007).

A l'heure actuelle, les poissons d'eau douce constituent l'un des groupes de vertébrés qui ne dispose pas d'une évaluation globale des risques d'extinction (DARWALL & FREYHOF, 2015 ; ARTHINGTON et al., 2016), la distribution des espèces est façonnée par des événements de vicariance et de géo-dispersion qui étaient similaires à ceux d'autres groupes systématiques, mais avec des processus d'isolement spécifiques à l'eau douce qui ont conduit à des degrés d'endémisme extrêmement élevés (dépassant de loin les taux d'endémisme d'autres vertébrés continentaux). Signalons cependant que la diversité et l'état de préservation des poissons d'eau douce sont variables selon les régions ou les continents. Si en Europe ou en Amérique du nord la situation des poissons des eaux douces est assez bien connue et que les programmes de protection et de conservation sont en cours (MAITLAND, 1995, KEITH, 2000).il n'est pas de même dans certaines régions du monde telles que l'Afrique et l'Amérique du sud. En effet, bien que ces régions soient caractérisée par une grande diversité de l'Ichtyofaune (respectivement plus de 2700 et 2000 espèces), leur distribution est imprécise, leur taxonomie sujette à caution et leur statut souvent imprécis.

Dans les pays et régions où la distribution des poissons d'eau douce est mal connue, les campagnes d'échantillonnage sur le terrain représentent une première étape cruciale vers la compilation de connaissances de base pour combler ces lacunes (ABELL, 2002 ; KUBECKA et al., 2012 ; RADINGER et al., 2019) pour établir un ensemble normalisé de méthodes de gestion des données et des informations sur la biodiversité des eaux douces de toutes les régions du monde. Evaluer la biodiversité pour mieux appréhender le fonctionnement des écosystèmes est l'un des objectifs majeurs de l'écologie afin de comprendre le rôle de la biodiversité dans la dynamique de l'énergie et de la matière et dans les cycles des éléments au sein des écosystèmes.

Sur le plan biogéographique, l'Algérie fait partie de la province Maghrébine, elle se situe entre les plaques tectoniques africaine et eurasiennne. Elle est reconnue comme ayant joué un rôle important dans la dispersion de l'Ichtyofaune (ROBERTS, 1975 ; LEVEQUE, 2006). Elle possède un patrimoine naturel d'une grande richesse biologique avec un large éventail d'écosystèmes aquatiques continentaux (cours d'eau, barrages, retenues collinaires, sebkhas, chotts, gueltas, foggaras, oasis...ect) caractérisée par une biodiversité insoupçonnée (LOUNACI, 2005 ; CHAIBI, 2014 ; BRAHIMI et al, 2016). Elle héberge des familles à distribution tropicale tels que les Cichlidae et les Clariidae et d'autres Holarctiques (Salmonidae, Cobitidae). Cette région aurait eu des connexions avec les faunes asiatiques et celles de la Péninsule Ibérique (DOADRIO, 1994). Pour cette province, la faune pisciaire continentale est très pauvre en termes de richesse spécifique, avec des relations largement Paléarctiques (TEUGELS, 1986 ; DOADRIO, 1994 ; GARCIA et al., 2010 ; DOADKACHA et al., 2017 ; FAOSTAT, 2019). Malheureusement beaucoup de ces zones humides ne sont pas protégées et connaissent une dégradation continue de leur milieu naturel. De plus en raison de la demande en eau d'une population humaine en rapide augmentation, les pressions anthropiques et environnementales devraient s'intensifier dans le cadre des scénarios de changement climatique futurs (HAMICHE et al., 2015 ; FOUCHY et al., 2019). En conséquence un grand nombre d'espèces se retrouvent actuellement menacées de disparition.

Une grande attention a été accordée aux richesses biologiques des eaux continentales algériennes, mais celles-ci ont démontré un besoin de mise au point, notamment en ce qui concerne les poissons autochtones.

Les études sur l'ichthyofaune des eaux continentales de l'Afrique du Nord en général et d'Algérie en particulier sont peu nombreuses. Les plus anciennes sont celles de CUVIER & VALENCIENNES (1842), GUICHENOT (1850), GERVAIS (1853,1867), PLAYFAIR & LETOURNEUX (1871), BOULENGER (1909), CAUVET (1913,1915). BOULENGER (1911), PELLEGRIN (1921) ont publié les premiers catalogues.

Les références subséquentes sont celles de SEURAT, 1922 et 1930 ; DIEUZEIDE, 1927 et 1932 ; DIEUZEIDE & CHAMPAGNE, 1950 ; DIEUZEIDE & ROLAND, 1951 ; BOUTON, 1957 ; ALMAÇA, 1969 ; PENCZAK & MOLINSKI (1984), BOUHADDAD, 1993, DOADRIO, 1994 ; BOUHADDAD & ASSELAH, 1998.

Les études ichthyologiques les plus récentes réalisées dans le territoire algérien sont celles de ZOUAKH et al. (2004) sur l'ichthyofaune des hydro systèmes du Hoggar et du Tassili, CHAOUI et al. (2006) sur l'ichthyofaune de la lagune Mellah, BIANCO et al. (2006) sur le genre *Aphanius* d'Algérie, BACHA & AMARA (2007) sur l'ichthyofaune de la Soummam, KARA (2012) sur l'ichthyofaune des eaux continentales d'Algérie, CHAIBI (2014) sur l'ichthyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara septentrional, DJEZZAR (2015) sur

l'ichtyofaune des lacs de barrage du haut Cheliff, LOUNACI-DAOUDI et al. (2016) sur l'ichtyofaune des plans d'eau de la Kabylie du Djurdjura, BRAHIMI et BELHEMRA (2016) sur la diversité de la faune des vertébrés du barrage Fom Elghorza, BRAHIMI et al. (2017, 2018) sur les barbeaux d'Algérie, TOUIL et al. (2019) sur le genre *Luciobarbus* d'Algérie, ARAB et al. (2020) signalent pour la première fois *Gymnocephalus cernua* au sud de la méditerranée, FORD et al. (2020) sur l'ichtyofaune dulçaquicole du Maghreb ; FREYHOF (2020) sur les poissons d'eau douce menacés du bassin méditerranéen. Ainsi plus de 70 espèces sont signalées ou décrites dans la bibliographie concernant la faune pisciaire dulçaquicole d'Algérie. Ces connaissances restent incomplètes aux plans biogéographique et écologique.

De l'ensemble de ces travaux, il ressort clairement que les données existantes sur l'ichtyofaune d'Algérie sont anciennes et fragmentaires, la taxonomie est sujette à caution, beaucoup de déterminations sont sans doute inexactes ou devront au moins être confirmées, leur distribution et leur statut sont souvent imprécis (LOUNACI-DAOUDI et al., 2016). De plus, la situation actuelle de cette faune est précaire et fragilisée par les activités économiques croissantes, la destruction et la fragmentation des habitats, la pression démographique et la sécheresse. C'est pourquoi, afin d'adopter des mesures de conservation adéquates des ressources ichtyologiques d'Algérie, il est important d'actualiser les données relatives à la systématique, à la distribution, à la biologie et à l'écologie des espèces et d'évaluer les facteurs responsables du déclin de cette ichtyofaune.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de recherche « Ichtyofaune des eaux continentales de la Kabylie » initié par le laboratoire de recherche « Ressources Naturelles » - Equipe « Ecosystèmes aquatiques continentaux » de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Il a pour objectif de réaliser (1) une synthèse des connaissances sur la composition globale de l'ichtyofaune des eaux continentales algérienne et de mettre à jour la nomenclature actuelle des espèces présentes ainsi que leur statut (autochtones, introduites, niveau de risque selon la liste rouge de l'UICN), (2) un inventaire des espèces de poissons dulçaquicoles de la Kabylie et dégager (3) l'évolution spatiale des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau des cours d'eau étudiés de façon à déterminer leur influence sur la composition et la structuration du peuplement ichtyologiques.

L'ensemble de ce travail se compose de trois chapitres :

- le premier chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude et ses principales caractéristiques physiques et environnementales (géographie, géologie, climatologie, végétation, ainsi que les perturbations anthropiques) ;
- Le deuxième chapitre traite de la description détaillée des sites d'études, des méthodes et des techniques d'échantillonnages.

- le troisième chapitre qui représente la majeure partie de ce travail est consacré à :

- la qualité physico-chimique de l'eau afin de dégager l'évolution spatiale des principaux paramètres des plans d'eau étudiés ;
- la présentation d'une synthèse de données bibliographiques, relative aux poissons des eaux continentales d'Algérie ; elle a permis l'état des lieux ;
- l'étude de l'Ichtyofaune de la Kabylie (systématique, biologie et écologie des espèces recensées, analyse des données d'occurrence et de distribution des espèces) basé sur les résultats des prospections de pêche effectuées entre 2018 et 2021.

Chapitre 1

Description de la région d'étude

La Kabylie est une entité géographique dont l'originalité relève aussi bien de son climat, de sa grande variété de paysages que de ses peuplements animaux et végétaux. Elle constitue un ensemble bien individualisé par rapport au reste de l'Algérie. Ses particularités exceptionnelles, associées à ses antécédents paléogéographiques et à son appartenance à la méditerranée occidentale (JEANNEL, 1956 ; ROBERTS, 1975 ; LEVEQUE, 2006), fait de la Kabylie une zone importante et appropriée aux études faunistiques, écologiques et biogéographiques. Malgré ces aptitudes, cette zone géographique manque d'études ichtyologiques.

Pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, et compte tenu des particularités propres à la région de Kabylie qui constitue notre zone d'étude, il est nécessaire d'aborder différents aspects : structure géographique et reliefs, géologie, hydrologie et climatologie. Nous en donnerons les caractéristiques générales de cette région qui se limitent à une synthèse générale établie à partir travaux réalisés par des auteurs ayant travaillé dans la même région depuis la fin du 19^{ème} siècle : FICHEUR (1890), FLANDRIN (1952), THIEBAULT (1952), DERRIDJ

(1990), ABDESSELAM (1995), YAKOUB (1996 et 2005), LOUNACI (2005), MEDDOUR (2010) et LAMINE (2021).

1. Situation géographique de la région d'étude

Le domaine géographique concerné par notre étude est la Kabylie. Elle est située dans le Centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètre à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au sud du littoral méditerranéen (Fig.01). Cette région s'étend du sud au nord, depuis les sommets du massif du Djurdjura jusqu'à la mer méditerranée, entre 36° 22' et 36° 55' de latitude Nord et de Ouest en Est s'étend ver l'Est, de Thenia a Bejaia entre 3° 35' et 5° 05' de longitude Est.

Le Sébaou, principal bassin hydrographique de la région, occupe une superficie de l'ordre de 3 000 km². Ses sources sont situées sur la façade septentrionale du massif du Djurdjura (Alt >2000 m) et sur le versant sud de la chaîne côtière (Alt~800 m)

Le principal cours d'eau de ce bassin hydrographique est l'Oued Sébaou. Il est formé par la réunion de plusieurs affluent de longueurs variables (30-50 Km) prenant naissance sur le versant septentrional du Djurdjura (oued Sahel, oued Boubhir, oued Aissi, Oued Bougdourra) et sur le flanc méridional de la chaine côtière (oued Diss, oued Tamda, oued Stita). Après un parcours de 60 Km, il se jette dans la mer méditerranée au lieu-dit Takdemt de la ville de Dellys dans la wilaya de Boumerdes (36°54'N3°51'E). Son lit est relativement plat (pente de l'ordre de 0,5%), il possède des méandres de débordement inondables en période de crues.

Le bassin versant du Sébaou et ses réseaux hydrographiques primaires et secondaires couvrent une superficie de l'ordre de 18 500 hectares, et devant l'impossibilité d'étudier l'ensemble

des cours d'eau de ce bassin, il nous a paru intéressant de retenir l'oued Sébaou, principal cours d'eau de la région d'étude et ses principaux affluents :

-l'oued Boubhir et l'oued Sahel qui drainent les écoulements en provenance du massif de l'Akfadou (col de Tirourda alt. 1574m, col de Chelata alt. 1421m) et de la dorsale orientale du Djurdjura (col de Tirourda alt. 1960m), au centre

-l'oued Aïssi qui collecte les écoulements de la dorsale médiane du Djurdjura (col de Tizi N'Kouilal alt. 1531m, Azrou N'Chira alt.1289m), à l'Ouest

-l'oued Bougdoura qui draine les écoulements de la dorsale occidentale du Djurdjura (Thala Guilef alt. 1680 m, Djbel Haizer alt. 2093 m)

La région d'étude compte en plus des eaux stagnantes temporaires (retenues collinaires, tourbières) cinq lacs de barrages : Taksebt, Aïn Zoauia, Draa el Mizan, Djebela et Cap-djnet.

1.1. Le Djurdjura

Le Djurdjura est une chaîne de montagne récente dont la formation remonte à l'Eocène. C'est la plus importante chaîne de tout le Tell algérien, elle représente une incontestable entité géographique imprégnée par le relief. C'est le noyau autour duquel se rattache tout le système montagneux de la région (MEDDOUR, 2010). La chaîne du Djurdjura constitue le plus grand massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant fréquemment 2000 m d'altitude. De largeur réduite (1 à 10 km), elle s'étend Ouest en Est sur environ 60 km de Tizi Djaboub (1185 m) à l'Ouest, jusqu'à Tizi n'Chria (1231m) à l'Est. Cette disposition lui donne l'allure d'une muraille constituant ainsi une ligne de partage des eaux entre les bassins versants de la vallée de la Soummam et de la vallée du Sébaou.

1.2. Le bassin hydrographique du Sébaou

Le Sébaou draine une grande vallée intérieure (vallée du Sébaou), parfois resserrée sur son parcours (pont de Bougie), parfois aussi beaucoup plus large (lieu-dit Tamda), partout cultivée ou recouverte de pâturage. Le bassin du Sébaou se développe sous l'aspect de «mamelons» argileux dénudés. Il domine vers le Nord, la chaîne côtière où les pentes sont ravinées, dominées par quelques chaînons aux parois découpées, dont le principal est le rocher d'Abizar, vers le Sud par la chaîne du Djurdjura, vers l'Est par le massif d'Akfadou, enfin vers l'Ouest le bassin bifurque pour entourer les massifs de Sidi Ali Bounab et Djebel Bouberek (MEDDOUR, 2010).

Le principal cours d'eau du réseau hydrographique de la Kabylie du Djurdjura est l'oued Sébaou. Il est composé de plusieurs affluents qui prennent naissance sur le versant septentrional du massif du Djurdjura (oued Sahel, oued Boubhir, oued Aïssi, oued Bougdoura), ou sur les pentes méridionales de la chaîne littorale qui lui est parallèle (oued Diss, oued Tamda, oued Stita).

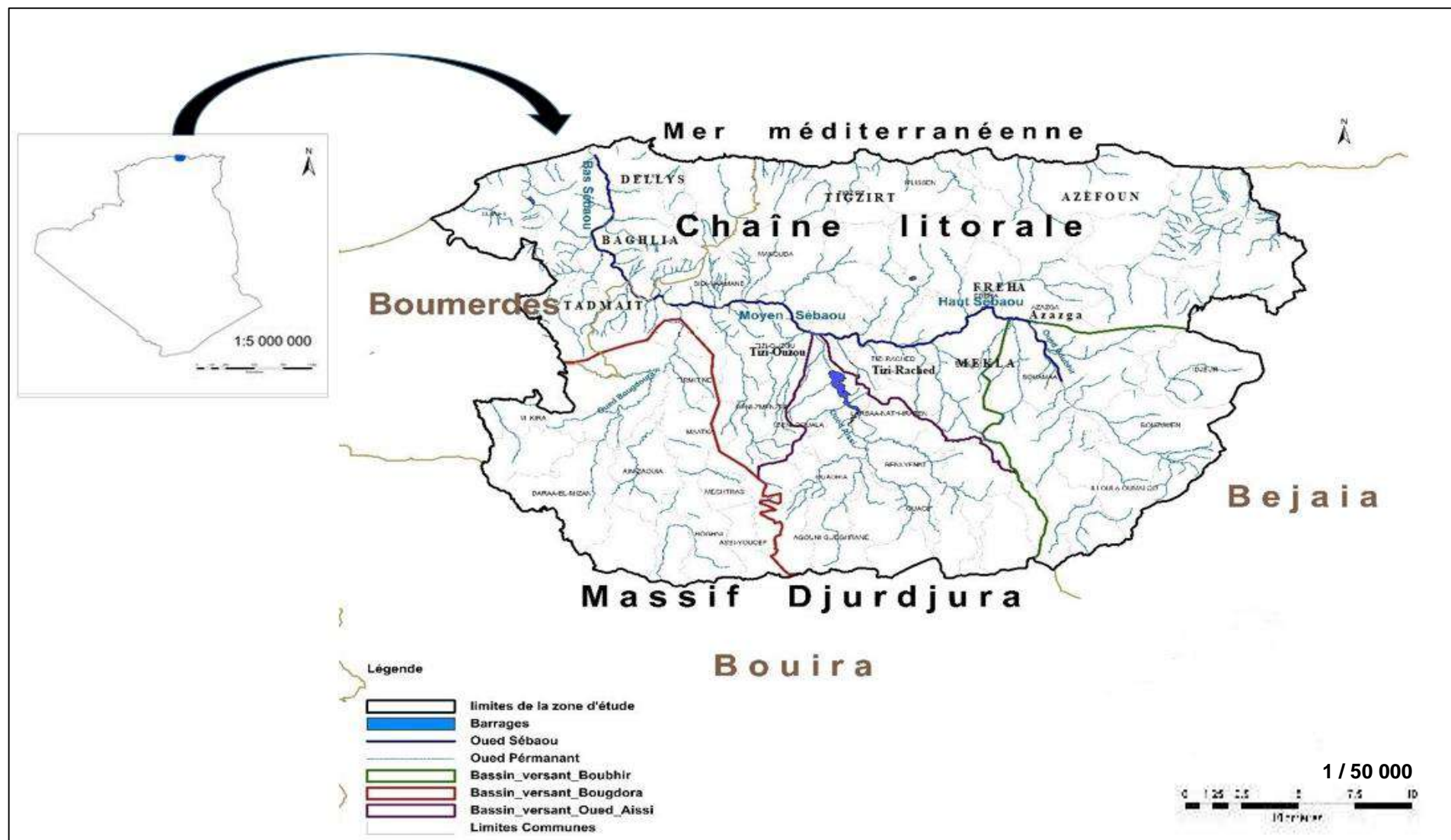


Figure 1. Situation géographique de la région d'étude.

1.3. Contexte géologique

La géologie des terrains est un élément primordial qui influe l'écoulement de l'eau souterraine ainsi que le ruissellement des eaux de surfaces.

Une étude géologique d'un bassin versant est très intéressante afin de déterminer la perméabilité des formations lithologiques. Celle-ci intervient sur la vitesse de montée des crues, sur leur volume, ainsi que sur le phénomène d'inondation, façonnant ainsi l'habitat des espèces.

La Kabylie du Djurdjura qui constitue notre région d'étude, fait partie de l'ensemble géologique de l'Atlas Tellien, zone plissée Alpine de l'Afrique du Nord, caractérisée par sa complexité lithologique et structurale. Sa description géologique se résume dans sa globalité aux études stratigraphiques, tectoniques et orogènes (FICHEUR, 1890 ; FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; DAGORNE & MAHROUR, 1984 ; YAKOUB, 1996).

Les cartes géologiques de cette région décrivent une lithologie variée et une structure complexe. Quatre différents compartiments ont été distingués : la chaîne calcaire du Djurdjura, le massif ancien Kabyle, la vallée du Sébaou et la chaîne littorale.

La chaîne calcaire grâce à sa structure complexe, a amené différents auteurs à distinguer autant d'unités du Sud au Nord : unité de Tamgout de Lalla Khedidja (Dorsale externe), unité de Tikjda et unité de Haïzer-Ras Timdouine (Dorsale médiane), unité du Pic 1865 m et unité de Kouriets (Dorsale interne) (FLANDRIN, 1952). La nature calcaire de cette formation, affectée de nombreuses fractures qui favorisent une infiltration des eaux de pluies, explique la formation d'un important réseau karstique en profondeur (YAKOUB, 2005).

Les autres ensembles sont formés par le Trias, le grès, l'argile et le gypse. Pour le reste de la série, ils sont essentiellement formés de marno-calcaires. Les terrains tendres forment de profondes vallées entre les grandes masses calcaires. Des talus d'éboulis des glaciers rocheux et des cônes de déjections quaternaire s'étalent à la base des pentes. Quatre compartiments sont distingués composée par : la chaîne calcaire du Djurdjura, le massif cristalophilien de la Grande Kabylie, la vallée de l'oued Sébaou et la chaîne littorale.

- Le massif ancien Kabyle, est formé de terrains métamorphiques ou non, d'âge Protérozoïque à Paléozoïque, constituant le substratum de la dorsale Kabyle. Le socle Kabyle est subdivisé en trois ensembles :

- Le cristallophilien inférieur, essentiellement gneissique avec des intercalations de marbre et d'amphiboles ; le tout recoupé par des filons de quartz et de tourmaline.

- Le cristallophilien supérieur, composé de schistes satines à quartz alternant avec des grès.

- La couverture sédimentaire Paléozoïque à formation gréseuse et carbonatée peu ou pas métamorphique, discordante des phyllades.

- La vallée de l'oued Sébaou est formée essentiellement de terrains conglomératiques, gréseux et marneux du Néogène post-nappes et constituent le substratum des terrains du Quaternaire
- Quant à la chaîne littorale, elle est définie comme étant un vaste anticlinal où les mouvements tangentiels ont provoqué la succession de grandes nappes de charriages durant le tertiaire. Il a été observé dans la partie ouest de la région et de bas en haut nous trouvons l'oligomiocène Kabyle, les flyschs de l'unité d'Afir et l'unité tellienne de Dellys (Figure.02).

2. Climatologie

Le climat est un des facteurs écologiques dont dépend étroitement l'équilibre et le maintien en vie des êtres vivants. Il conditionne la distribution des espèces de manière directe en affectant les taux de natalités et de mortalités ou indirecte par des modifications des interactions biotiques, engendrant des changements directionnels (BROWN et al., 1996; PARMESAN et al., 2005; NORMAND et al., 2009 ; THOMAS , 2010). Les changements climatiques pourraient aussi conduire à des adaptations évolutives qui permettront aux espèces de modifier leurs exigences écologiques vis-à-vis des facteurs climatiques, modifiant ainsi leur niche climatique afin de rester dans leur espace géographique.

Selon LEVEQUE & PAUGY (2006) l'existence et l'étendue des milieux aquatiques dépendent étroitement des conditions climatiques et notamment des bilans entre les apports et les pertes en eau, que ce soit au cours d'un cycle saisonnier ou dans une perspective à long terme à l'échelle géologique.

En Algérie, le climat se distingue par une influence marine au Nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-est.

Le nord de l'Algérie est caractérisé par un climat typiquement méditerranéen dont les caractéristiques peuvent être résumées ainsi : Sécheresse de la saison estivale (sécheresse totale bien marquée se prolongeant de juillet à octobre) et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelle (LOUNACI, 2005).

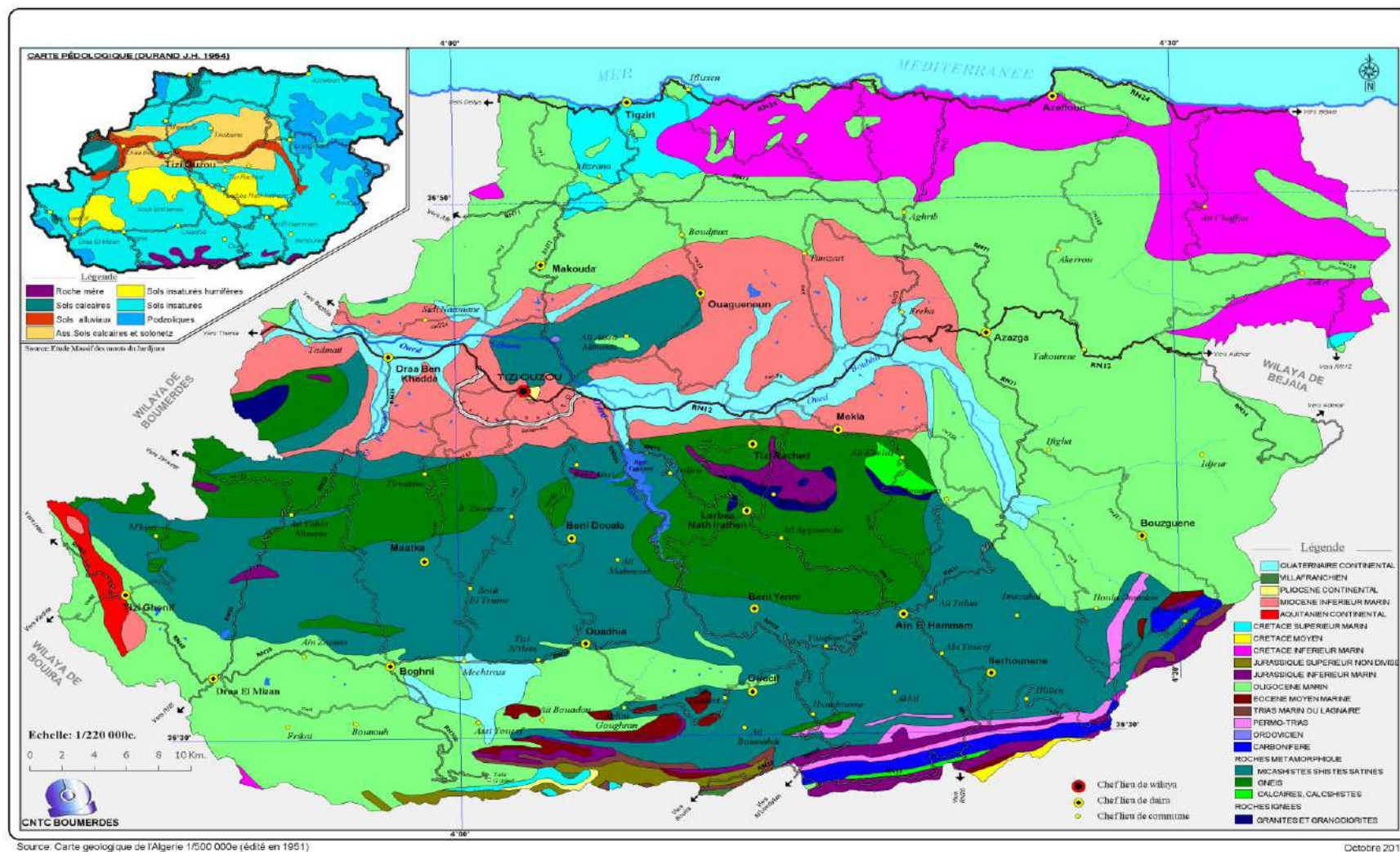


Figure 2. Carte géologique de la région d'étude (CNTC BOUMERDES).

2.1. Les précipitations

Les changements dans les précipitations et le ruissellement modifient la quantité et la qualité de l'habitat pour les organismes aquatiques, influençant ainsi la productivité et la diversité des écosystèmes. Les populations d'organismes aquatiques sont sensibles aux changements de la fréquence, la durée et le moment des événements des précipitations extrêmes, comme les inondations ou les sécheresses. Les changements dans le calendrier saisonnier de la fonte des neiges modifient le débit des cours d'eau, ce qui peut interférer avec la reproduction de nombreuses espèces aquatiques (GUYOT, 1999).

Les précipitations représentent la source principale de l'eau. Elles sont caractérisées par leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999).

En Algérie tous les auteurs admettent que la pluviométrie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. La majorité des pluies est d'origine orographique, conditionnée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides (SELTZER, 1946 ; QUEZEL, 1957 ; CHAUMONT & PAQUIN, 1971). En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

Le massif du Djurdjura par son orientation Est-Ouest joue un rôle de barrière naturelle aux vents humides provenant du nord-Ouest. Il représente un réservoir hydrologique important pour l'alimentation de l'Oued Sébaou et de ses affluents. En effet les vents maritimes se heurtent à la façade occidentale et donnent naissance à des précipitations assez élevées sur la zone littorale et le piémont (700-800 mm/an) (LOUNACI, 2005). Au-delà de 1000 m d'altitude, les pluies accompagnées de neige atteignant des valeurs de 1500-2000 mm (ABDESSELAM, 1995 ; MESSOUDENE et al. 2004 ; TOUAZI & LABORDE, 2004 ; MEDDI & TOUMI, 2013).

2.1.1. Les précipitations annuelles

En Kabylie, la distribution de la pluviométrie annuelle suit les variations des modèles orographiques. L'augmentation de la pluviométrie est observée avec chaque élévation de l'altitude (Chaîne littorale, massif du Djurdjura). Cependant la diminution est marquée dans la vallée du Sébaou.

Durant la période 2000-2020, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la vallée du Sébaou est de l'ordre de 800-900 mm/an. En altitude, au-dessus de 1000 m, la pluviométrie atteint rapidement plus de 1000 mm/an alors qu'en piémont et en plaine, les moyennes annuelles oscillent autour de 800 mm (LAMINE, 2021).

L'importance des taux pluviométriques dans la chaîne du Djurdjura est liée d'une part, à l'effet d'altitude et d'autre part, à la position perpendiculaire de cette chaîne aux vents chargés d'humidité qui joue un rôle de condensateur.

2.1.2. Les précipitations mensuelles

La lecture des figures 3 et 4 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

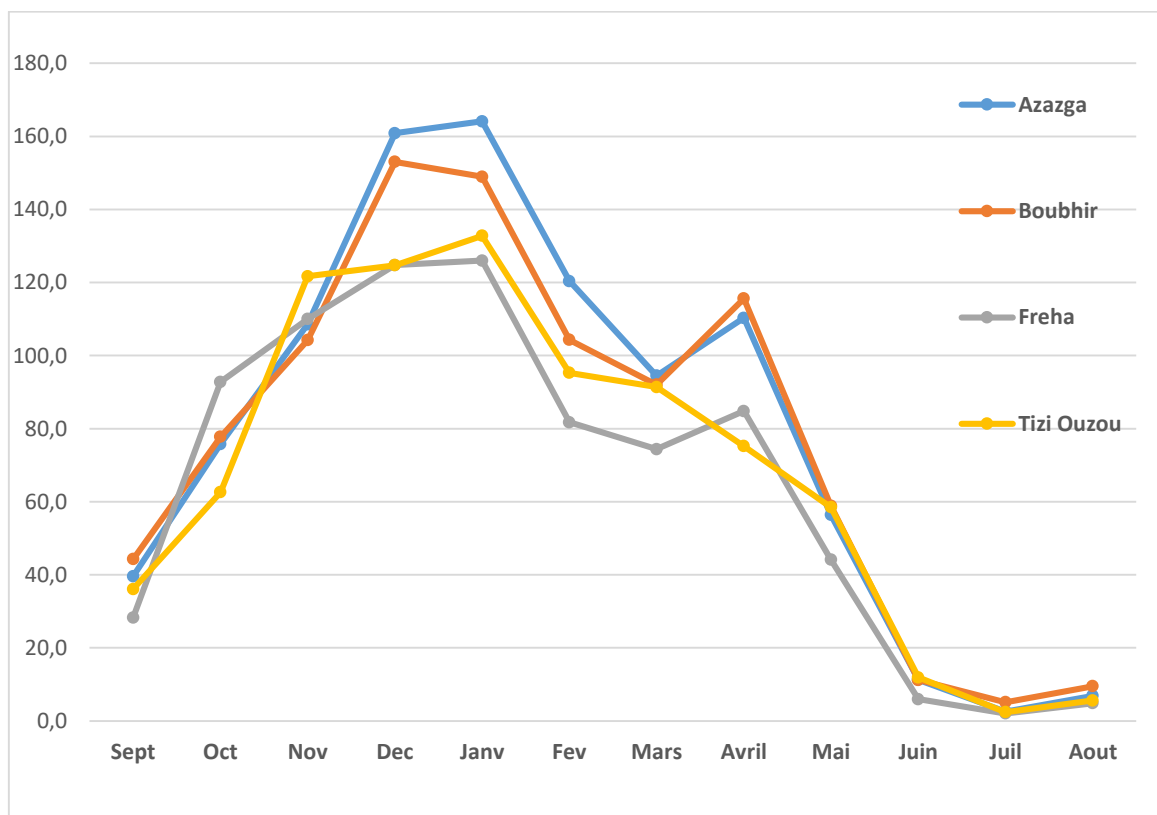


Figure 3. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans quelques localités de la wilaya de Tizi-Ouzou (Oued Sébaou): période 2000-2020 (O.N.M.de Tizi-Ouzou).

Les précipitations les plus importantes (Figure 3 et tableau 1) s'observent d'octobre à avril (plus de 85 % du total annuel) avec un maximum en décembre et janvier : précipitations moyennes mensuelles supérieures à 100 mm. Le tableau de la répartition de ces précipitations moyennes mensuelles (tableau 1) indique deux saisons distinctes. La période pluvieuse s'étale d'octobre à la mi-mai ; la période sèche couvre le reste de l'année. A partir de Septembre, il ya une augmentation de la pluviosité jusqu' en décembre-janvier puis il s'ensuit une décroissance très irrégulière des pluies jusqu' en juillet. Les mois de juillet et aout sont les plus secs.

Tableau 1. Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à certaines localités de la vallée du Sébaou (période 2000-2020 ; O.N.M, 2021).

Loc /Alt	430	220	155	190
Mois	Azazga	Boubhir	Freha	Tizi Ouzou
Sept	39,6	44,3	28,3	36,1
Oct	75,8	77,8	92,8	62,6
Nov	108,6	104,2	110,0	121,7
Dec	160,9	153,0	124,8	124,7
Janv	164,1	149,0	126,0	132,8
Fev	120,4	104,3	81,8	95,3
Mars	94,5	92,0	74,4	91,4
Avril	110,3	115,6	84,8	75,2
Mai	56,4	58,8	44,1	58,5
Juin	11,3	11,2	6,0	11,9
Juil	2,6	5,1	2,1	2,4
Aout	6,9	9,5	4,9	5,6
Tot	951,2	924,8	779,8	818,2

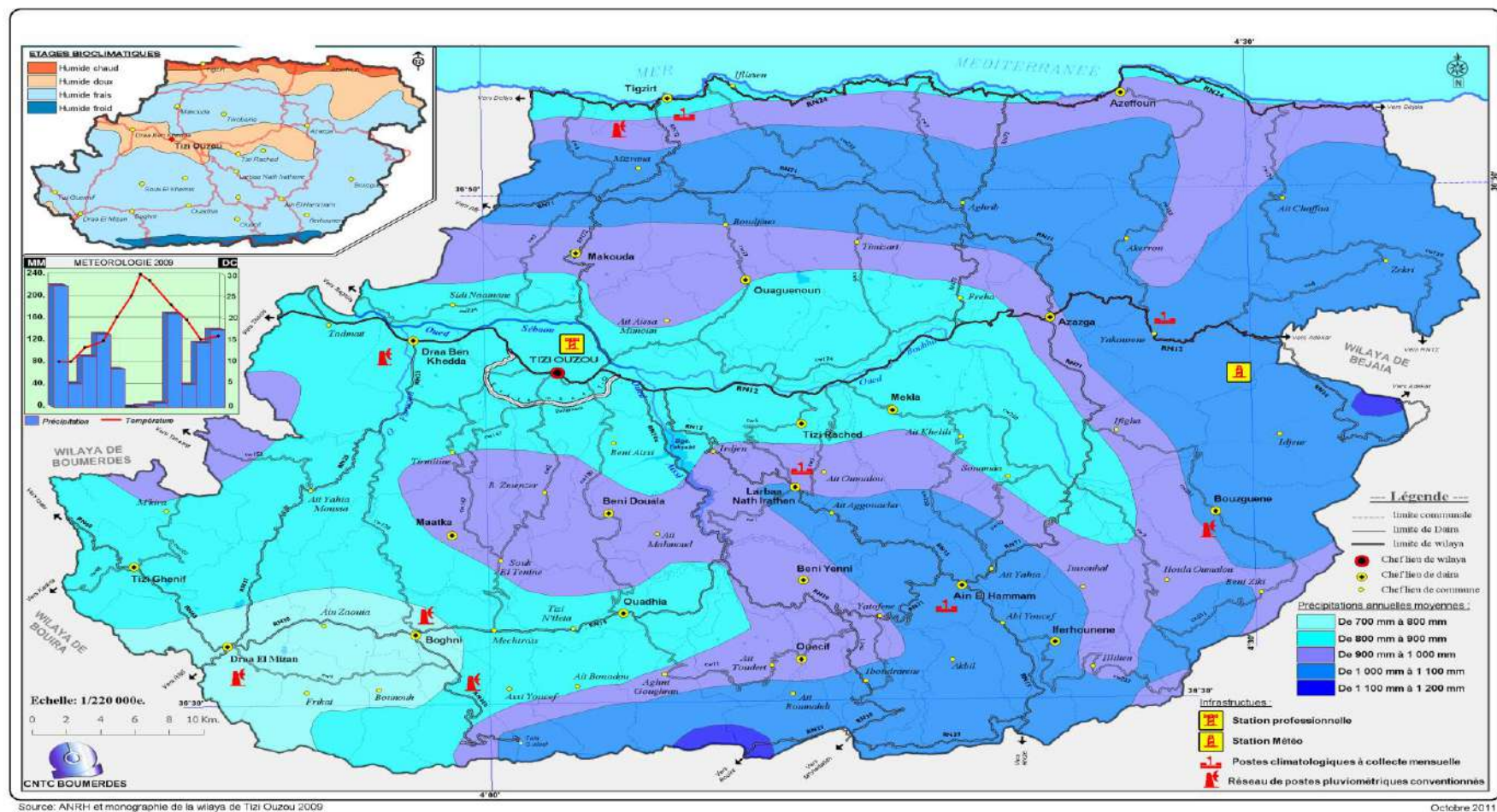


Figure 4. . Carte des précipitations moyennes de la wilaya de Tizi Ouzou.

2.1.3. Neige

La neige est un autre facteur climatique prépondérant en haute montagne. Elle constitue un stock important et assure de ce fait un apport régulier lors de la fonte du manteau neigeux, et permet aussi l'alimentation des cours d'eau. Dans le Djurdjura l'eau d'origine nivale représente une part importante des précipitations annuelles. Le Djurdjura reçoit des précipitations neigeuses de décembre à février, et cet enneigement bien qu'assez irrégulier est considérable. ABDESSELAM (1995) rapporte une moyenne d'enneigement de 32 jours par an et elle persiste sur les sommets durant 138 jours. Ces chiffres sont variables d'une année à l'autre. Sur les piémonts et en plaine la durée de la couverture neigeuse est presque nulle ; en effet la neige fond aussitôt tombée.

2.2. Température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tout processus métabolique en dépend. Elle conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Chez tous les poïkilothermes, la température conditionne leur biologie et leur écologie. De part, ses variations spatiales et temporelles, elle conditionne la distribution spatiale des espèces et joue un rôle dans les migrations et les déplacements à la recherche de leur préférendum thermique.

Les températures moyennes annuelles de l'air sont variables d'une année à l'autre, et d'une station à l'autre.

Dans ce chapitre nous n'analyserons que les données thermiques de l'air. Quant au régime thermique des cours d'eau qui dépend en partie de la température de l'air, il fera l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre II.

L'absence de relevées de certaines stations de moyenne montagne et d'altitude due à l'inexistence de réseau météorologique, nous avons fait recours aux données enregistrées à Tizi Ouzou (période 2000-2020) fournies par l'office nationale de métrologie (ONM de Tizi-Ouzou)

A la lecture des valeurs moyennes mensuelles des températures de l'air (Tableau 2), il ressort que :

- la moyenne interannuelle est de 19,27°C ;
- les mois de juillet et août sont les plus chauds avec respectivement 35°82 et 35°22 ;
- les mois de janvier et février sont les plus froids avec respectivement 6°85 et 6°81.

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les moyennes des minima (m) du mois le plus froid (janvier m= 6,37°C) et des maxima (M) du

mois le plus chaud (août M= 35°83°C) (Tableau 2).

Tableau 2. Températures moyennes mensuelles à Tizi-Ouzou : période 2000-2020 (données O.N.M de Tizi Ouzou, 2021).

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	moyenne
T°C moyennes minimales	6,85	6,81	8,95	11,42	13,81	17,53	21,26	22,03	19,12	15,63	12,17	8,06	13,64
T°C moy maximales	16,02	16,02	19,16	22,74	26,55	31,39	35,82	35,22	31,64	27,58	19,61	17,29	24,92
T°C moy mensuelles	11,44	11,42	14,06	17,08	20,18	24,46	28,54	28,63	25,38	21,61	15,89	12,68	19,27
DT (°C)	4,56	4,61	5,11	5,66	6,37	6,93	7,28	6,60	6,27	5,97	3,72	4,61	5,64

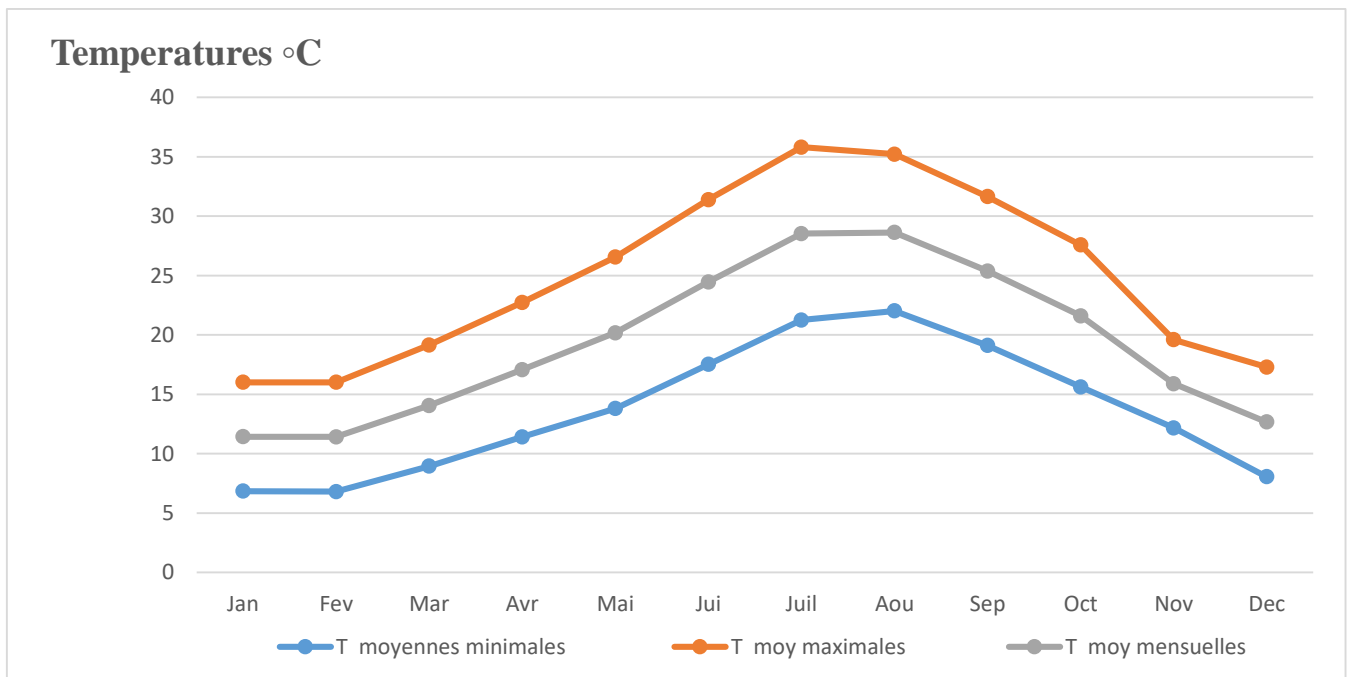


Figure 5. Températures moyennes à Tizi Ouzou : période 2000-2020 (données O.N.M de Tizi-Ouzou, 2021).

2.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (DAJOZ, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (FAURIE et al., 2012)

Pour mettre en évidence la saison sèche, nous avons jugé utile de réaliser le diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953). Un mois sec est celui où le total

mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degré Celsius ($P \leq 2T$).

En représentation graphique, la période sèche correspond à la durée ou la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures. Le diagramme a été élaboré sur une période de 18 ans (2002 – 2019).

La saison sèche s'étend entre la mi-mai et mi-septembre (4 mois), par contre la saison humide s'étale sur le reste de l'année (Environ huit mois)

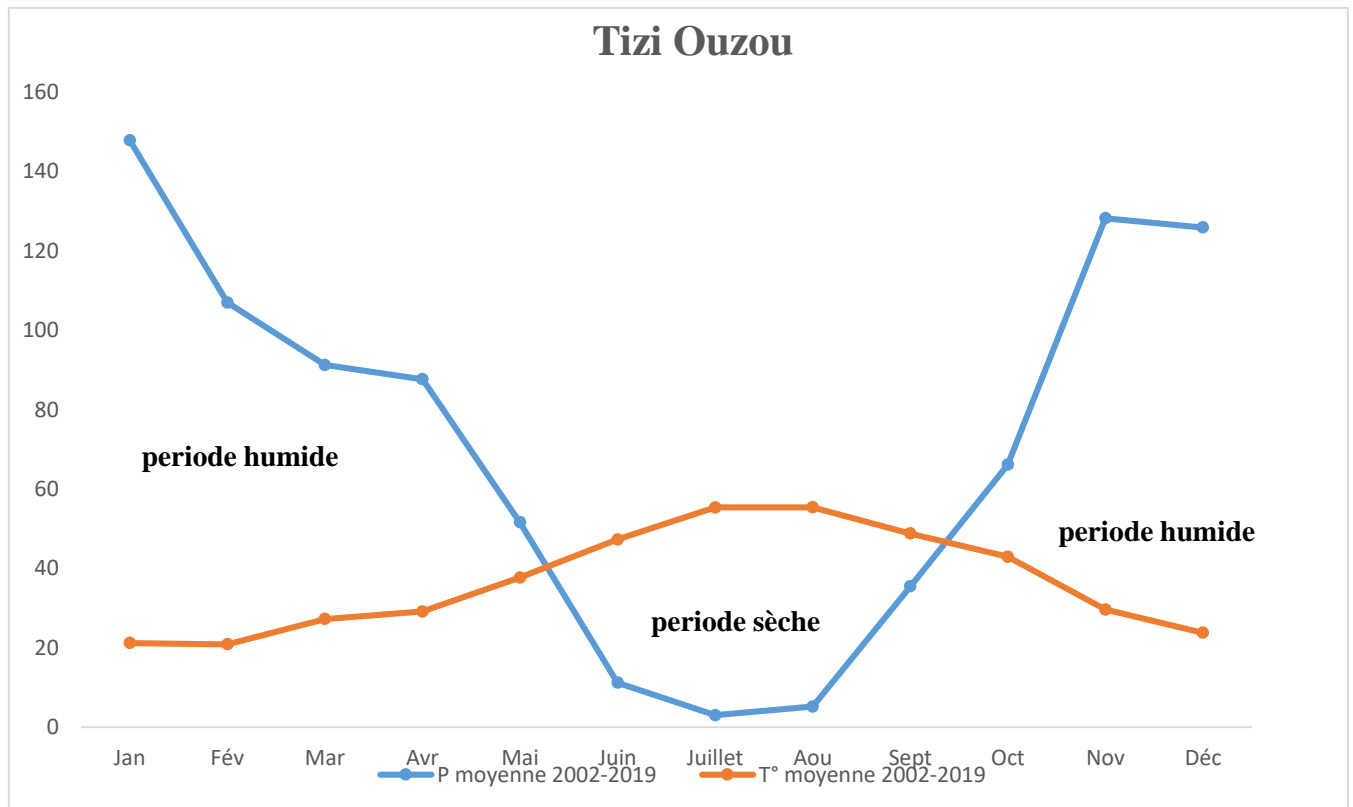


Figure 6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson :(Tizi Ouzou, 2002-2019).

2.4. Le quotient pluviométrique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de caractérisé le bioclimat et sa variante thermique à partir de deux paramètres : - Le quotient pluviométrique Q_2 et la moyenne des minima du mois le plus froid.

Six subdivisions du climat méditerranéen sont distinguées en fonction de la valeur du quotient pluviométrique Q_2 . Tizi Ouzou appartient à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Fig.7).

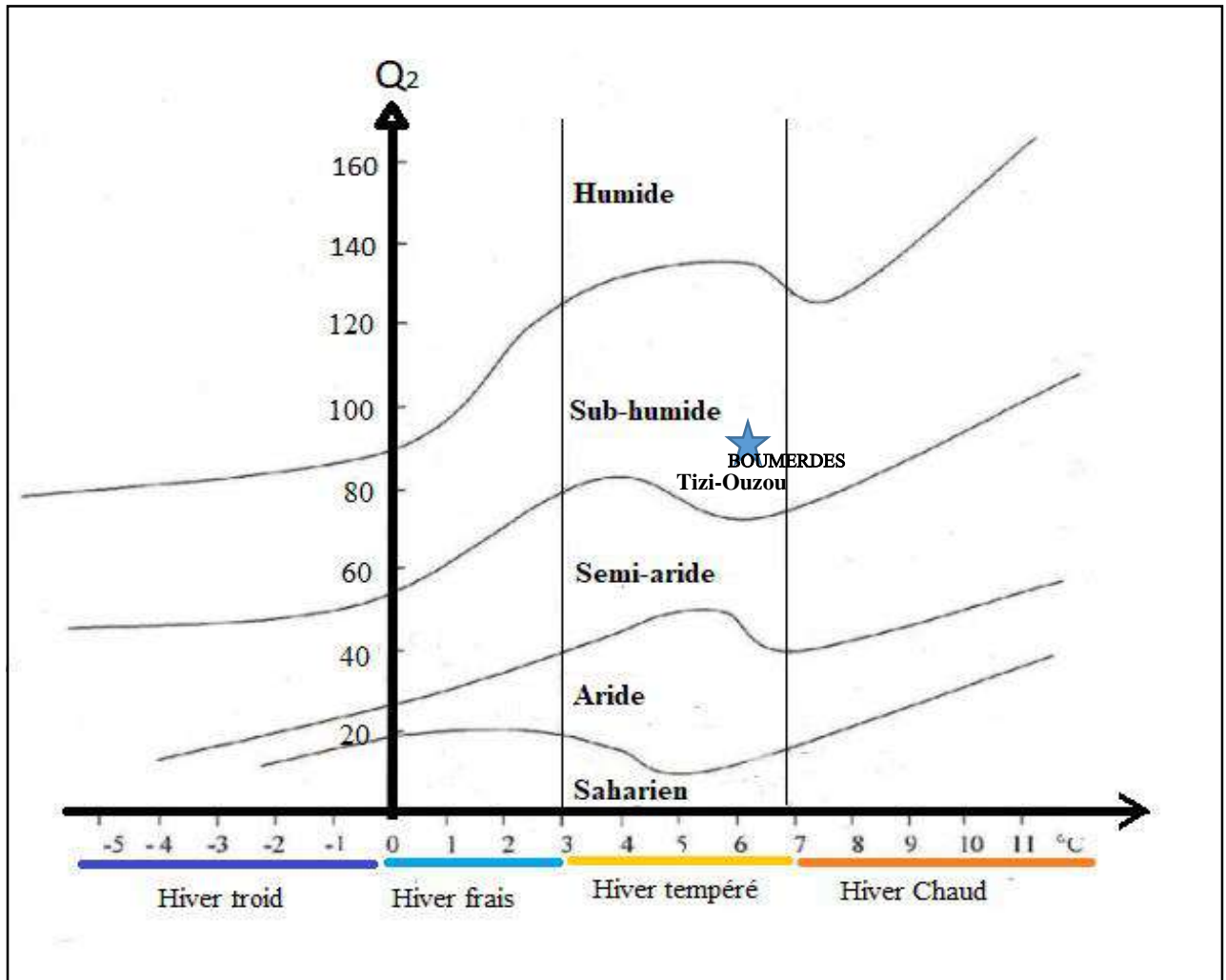


Figure 7.Projection de la localité d'étude sur le climagramme d'Emberger

3. Le couvert végétal

La couverture végétale des versants intervient sur la formation des écoulements selon plusieurs processus : interception des précipitations, évapotranspiration, consommation directe de l'eau et création d'un sol épais et perméable possédant une capacité de rétention plus importante qu'un sol nu (COSANDEY et al., 2002).

La végétation joue le rôle de « régulateur » dans le régime d'écoulement, selon RACHMAN et al. (2003), elle arrive à réduire plus de 50 % de l'énergie cinétique de la pluviométrie, et à atténuer 75 % de la puissance du ruissellement.

Globalement, une végétation arborée abondante sur les versants se traduit par une baisse de l'écoulement total, des pics de crue et du débit d'étiage.

En Kabylie, l'hétérogénéité topographique et la forte action anthropique ont imprimé au paysage un caractère très morcelé, lequel se présente sous forme d'une mosaïque de formations végétales (KHIDAS, 1993).

Les domaines sylvatiques restés plus ou moins naturels, correspondent aux zones protégées de l'érosion et de l'influence humaine. Ils se rencontrent çà et là, entre 600 et 1500m d'altitude à l'état disséminé en petits îlots.

Contrairement aux domaines sylvatiques qui correspondent à des sites protégés du bassin versant, les surfaces agricoles constituent les zones où peut avoir lieu une dégradation des écosystèmes aquatiques. L'irrigation et les autres pratiques agricoles tel que l'emploi d'engrais et d'insecticides produisent dans la vallée du Sébaou les effets les plus néfastes sur l'écosystème aquatique, à savoir une forte réduction des débits et même un assèchement total de de plusieurs secteurs de cours d'eau.

Les différentes études réalisées sur la cartographie de la végétation de la Kabylie du Djurdjura permettent de distinguer les principales formations végétales. En effet d'après MESSAOUDENE et al. (2004), les principales formations sylvatiques sont des cédraies pures (40%), des cédraies-chênaies vertes (30%), des chênaies vertes (13%), le reste des surfaces est constitués par des formations a-sylvatiques

Dans la région d'étude la couverture végétale est plus au moins dense et varie en fonction de l'altitude. L'étude de la répartition des formations végétales du réseau hydrographique étudié permet de distinguer :

- dans sa partie supérieure (750-1100 m), il passe par une forêt de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), par du frêne (*Fraxinus sp*) et par quelques pieds d'érable (*Acer sp*), ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement excessif des eaux en été : ce type de végétation fait suite plus en amont (alt.>1100 m), aux pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants issus de la dégradation de la de la cédraie ;

- dans sa partie moyenne, se rencontrent le long des cours d'eaux et sur les berges des haies de roseaux (*Arundo donax*), du laurier rose (*Nerium oleander*), Peuplier noire (*Populus nigra*), Tamarix (*Tamarix gallica*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), de l'aulne (*Alnus glutinosa*), du saule (*Salix pedicellata*), de merisier (*Cerasus avium*) et de nombreux lianes ayant comme support les strates arborescente

- En bas des piémonts et sur les terrasses aluviales, l'olivier (*Olea europea*) reste l'arbre dominant parmi l'arboriculture fruitière. Au niveau des basses terrasses d'alluvion, se trouvent des cultures maraichères.

4. Hydrologie

La chaîne calcaire du Djurdjura est constituée d'affleurements carbonatés karstiques où se développent d'importants aquifères qui font de ce massif un énorme réservoir d'eau (ABDESSELAM , 1995). Ce sont ces aquifères qui, en plus des précipitations alimentent les cours d'eau du réseau hydrographique du Sébaou. Toutefois les écoulements présentent de grandes irrégularités mensuelles et interannuelles

Le manque de données dû à l'absence de stations hydrométriques ne nous a pas permis de quantifier les débits et les vitesses d'écoulements dans les stations d'étude.

L'hydrologie du bassin du Sébaou est caractérisée par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont soudaines et violentes, les étiages prononcés.

Les cours d'altitude supérieur à 800m présentent un régime hydrologique pluvio-nival de décembre à février et pluvial de mars à mai. Dans les zones de piémont et de plaine, le régime hydrologique est plutôt pluvial.

Les bassins affluents les plus élevés subissent l'influence des étiages sévère (de juin à novembre). Seuls quelques cours d'eau, alimentés par les sources pérennes ont un écoulement permanent, ils dérivent des principales émergences des massifs karstiques.

Dans la vallée du Sébaou, la déviation des cours d'eau et le pompage d'eau pour l'irrigation des terres agricoles, l'infiltration de l'eau dans le sous-sol et l'évaporation diminuent considérablement les débits d'étiages. Ces faits favorisent la formation de bras mort et de mares avant l'assèchement total des cours d'eau.

Comme tous les cours d'eau d'Algérie du nord les débits mensuels sont irréguliers. Ils sont importants en période hivernale (de décembre à février), ils diminuent ensuite progressivement jusqu'à atteindre des valeurs minimales aux mois de juillet et août. L'assèchement total s'étend généralement sur plusieurs mois (juillet à novembre).

5. Perturbations anthropiques

L'impact anthropique diffère d'une zone à l'autre et varie en général selon l'altitude du secteur concerné.

En Kabylie l'urbanisation en liaison l'accroissement démographique, l'essor industriel et le développement de l'agriculture engendrent à travers les activités humaines, un impact certain sur la qualité et la quantité disponible de la ressource en eau de surface et souterraine.

Le cours d'eau le plus atteint est sans doute l'Oued Sébaou. Dans sa partie amont, la pollution est essentiellement d'origine domestique, son impact potentiel devrait être relativement faible. Les seuls secteurs sensibles pourraient être près des villages où les eaux usées sont directement rejetées dans les cours d'eau. Dans sa partie aval, la pollution a plusieurs origines :

- **Origine urbaine** : l'extension rapide des zones urbaines accentue le déversement des eaux usées épurées ou non dans le réseau hydrographique menaçant directement la qualité de l'eau et l'intégrité des écosystèmes aquatiques
- **Origine industrielle** : l'industrialisation de la wilaya de Tizi Ouzou, centrée principalement le long de l'Oued Sébaou, s'est accompagnée d'une atteinte à l'environnement et entre autre à la qualité des eaux de surface. Les eaux résiduaires contiennent un grand nombre d'éléments dissous ou en suspension organiques ou minéraux (matière organique, acides, métaux lourds, détergents, huiles,) parfois toxiques non ou difficilement biodégradables.
- **Origine agricole** : dans les plaines et vallées une agriculture moderne de type intensif à extensif s'est développée. L'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques, d'herbicides, d'insecticides et de pesticides divers fait que via le lessivage des sols, l'eau retourne au cours d'eau chargée en éléments eutrophisants (nitrates et phosphates) induisant ainsi des déséquilibres dans la flore et la faune aquatique.

De plus, avec le développement des surfaces irriguées, les besoins en eau ont entraîné la multiplication des points de pompage dans les zones de piémont et de plaine de l'Oued Sébaou. En période d'étiage, la baisse du débit, cumulée à l'infiltration et au pompage des eaux de surface, engendre la mise à sec de tronçons importants de ce cours d'eau. Ces assèchements survenant en dehors des périodes normales, empêchent certaines espèces aquatiques d'accomplir leur cycle biologique. L'assèchement prolongé des milieux a pour conséquence une réduction spatio-temporelle des biotopes lotiques.

- **Origine mécanique** : Le lit de l'Oued Sébaou est fortement exploité sur son cours moyen et inférieur. L'exploitation importante de sable et de gravier en relation à l'accroissement des constructions lié à la démographie entraîne une déstabilisation du lit avec une modification de sa morphologie, avec une remise en suspension accrue des éléments fins. Ce phénomène réduit la production primaire et par conséquent contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques.

Ces perturbations observées sur l'Oued Sébaou sont d'une part, à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau et des habitats dont dépend la vie aquatique. D'autre part, elles constituent une menace sur le plan sanitaire et limitent la potabilité des eaux de nappes traditionnellement utilisées comme source d'eau potable.

Chapitre 2

Sites d'étude et méthodes

Ce chapitre constitue une description des sites d'échantillonnage, une description globale du contexte environnemental et des méthodes de récolte employés.

1. Description d'ensemble des plans d'eau étudiés et emplacement des stations

L'objectif principal de ce présent travail est d'établir un inventaire aussi exhaustif que possible de l'Ichtyofaune des plans d'eau de la Kabylie et de rechercher des relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. La démarche a été d'échantillonner les habitats des plans d'eau sur la base d'un protocole élaboré après une étude bibliographique. Ainsi nous nous sommes intéressées à deux catégories d'habitats : Cours d'eau et Barrages dont l'Ichtyofaune est peu étudiée.

Afin d'atteindre les objectifs susmentionnés et avoir un échantillonnage représentatif de la région d'étude, il était nécessaire d'avoir un nombre de stations suffisamment élevé pour mieux contribuer à la connaissance de la biodiversité, l'écologie et la distribution des espèces sous l'effet des variations des caractéristiques du milieu. Cependant, des contraintes matérielles et environnementales ont influencé le choix, l'emplacement des stations d'étude et la périodicité des prélèvements. Ainsi, nous nous sommes parfois limités à une période de l'année (printemps et été) pour certaines stations

Les données récoltées dans ce travail peuvent être des éléments incontestables pour l'élaboration d'un bilan et d'une stratégie de développement durable de la diversité biologique des milieux aquatiques continentaux et peuvent servir de base pour une éventuelle exploitation en pisciculture.

1.1. Description des stations d'étude

Le réseau hydrographique des eaux superficielle de la Kabylie du Djurdjura est constitué de nombreux sous bassins localisés dans la zone montagneuse. Les principaux tributaires de l'oued Sébaou retenus sont, l'oued Boubhir, l'oued Aissi et l'oued Bougdourra. Le choix des stations a été dicté par la volonté de couvrir un large panel de situation mésologique et en tenant compte de certains paramètres tel que l'altitude, la pente, la diversité des biotopes...

Sur une quarantaine de sites prospectés 25 ont été retenus dans le cadre de ce travail. 7 sites ont été choisis au niveau de l'Oued Sébaou (s.s), 11 au niveau des principaux affluents (Oued Boubhir (2 stations), Oued Aissi (6 stations), Oued Bougdour (3 stations), 5 au niveau des barrages (Taksebt 2, Djebba 1, Ain zaouia 1, Draa El mizan 1) et 2 au niveau de deux retenus collinaires (Boukhalfa 1, Cap-djinet 1). Les stations sont indiquées par des points sur Figure 8. Les coordonnées géographiques des stations sont consignées dans le tableau en annexes (annexe.1)

Ces stations ont fait l'objet d'une étude suivie. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un écoulement plus au moins long pendant les étés secs.

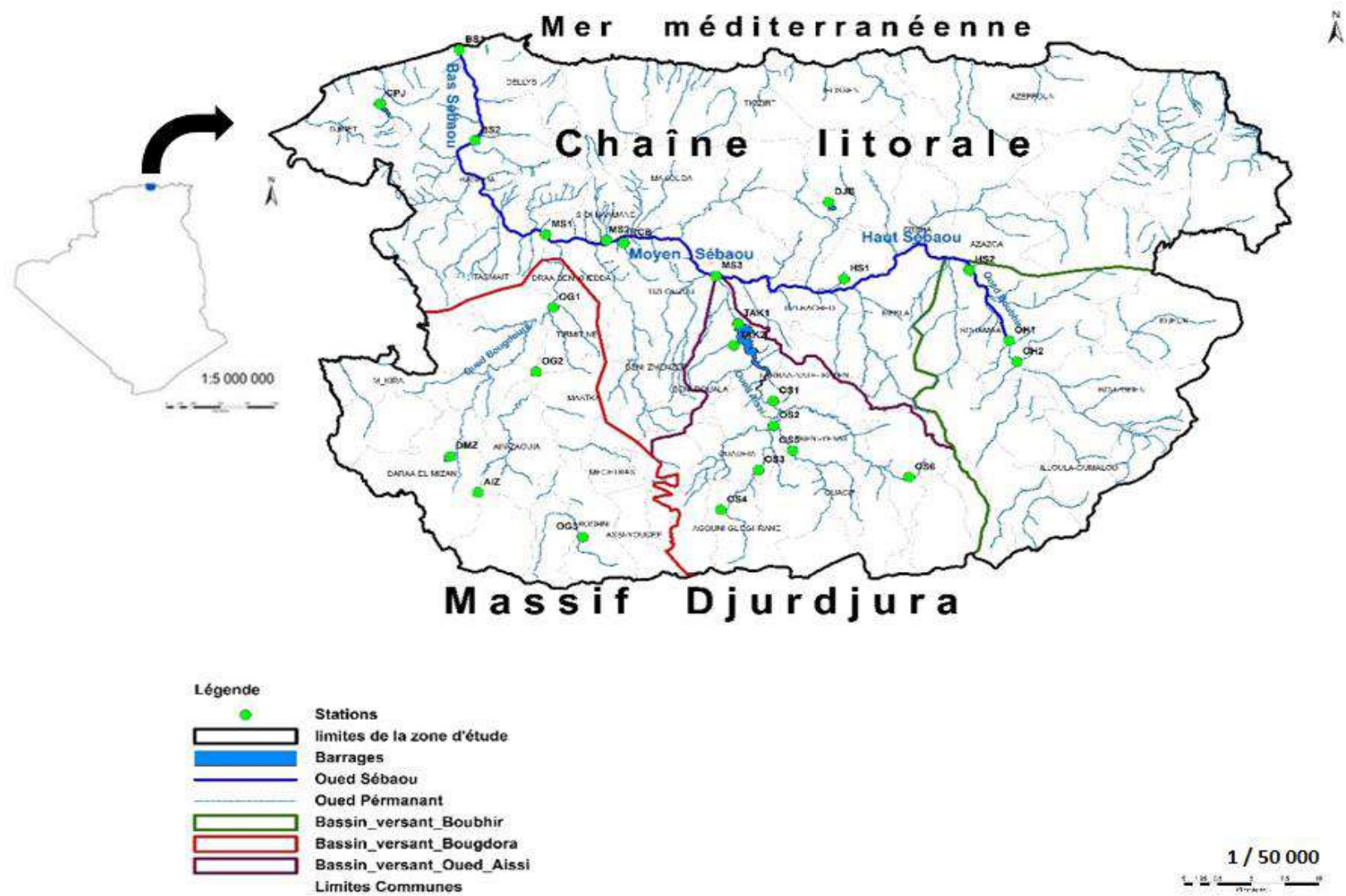


Figure 8. Carte des sites échantillonnés.

Pour chaque station, nous indiquons : la localité la plus proche, les coordonnées GPS, l'altitude, la distance à la mer, la pente à la station, la largeur moyenne du lit mineur, la profondeur moyenne de la lame d'eau, la vitesse du courant selon la classification de Berg, la nature du Substrat, la végétation bordante, la végétation aquatique et l'influence anthropique lorsqu'il y en a.

1.1.1. Oued Sébaou (s.s.)

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Il reçoit l'ensemble des écoulements provenant des bassins versants : versant septentrional du Djurdjura (Oued Boubhir, Oued Aïssi et Oued Bougdoura) et du flanc méridional de la chaîne côtière (Oued Diss et Oued Stita). Il prend naissance à 25 Km au sud-Ouest d'Azazga au lieu dit ``pont de Boubhir``, point de confluence des assifs Sahel et Boubhir. Sa partie amont connue sous le nom de haut Sébaou, de pente moyenne de l'ordre de 1,3 %, coule du sud au nord sur une distance de 25 Km entre 200 et 160 m d'altitude.

Ses parties moyennes (moyen Sébaou) et aval (bas Sébaou), avec un lit relativement plat (pente moyenne de l'ordre de 0,5%) et large d'environ 20 m coule sur une distance de 50 km d'Est en Ouest puis du Sud au Nord sur une vingtaine de km avant de se jeter dans la mer méditerrané. Le cours d'eau n'est pas rectiligne mais n'accuse pas non plus de sinuosités très marquées. Il possède des méandres de débordement inondables en période de crue.

Différentes sources de pollution existent dans la vallée du Sébaou. L'oued Sébaou reçoit des effluents domestiques (principalement des villes d'Azazga, Tamda, Tizi Ouzou, Draa-Ben-Khedda et Tadmait) et industriels (Electro Industries SPA, Leader Meuble Taboukert SPA, Unité Abatoir Avicole de Taboukert SPA, Entreprise Nationale de l'Industrie Electro-ménagère, Cotonnerie de Draa Ben Khedda, Laiterie de Drra Ben Khedda SPA,...). Sur son parcours se trouvent d'importantes sablières induisant, par des extractions de granulats, d'importantes perturbations du milieu. Sept stations ont été retenues sur l'Oued Sébaou (s.s) :

- deux stations sur le bas Sébaou: Takdempt (BS1) et, Baghlia (BS 2).
- trois stations sur le moyen Sébaou: Tadmait (MS 1), Draa ben Khedda (MS2) et Tazmalt (MS3).
- deux stations sur le haut Sébaou: Chaib (HS1), Fréha (HS2).

1.1.1.1 Station Takdempt BS1

C'est une station localisée dans le bas Sébaou, à 5 Km à l'Ouest de la ville de Dellys et à 800 m en aval du pont Takdempt près de l'embouchure de l'oued Sébaou. Ce site se trouve à une latitude Nord 36.910108, une longitude Est 3.853730, à une altitude d'environ 3 m et sa distance à la mer est de 1,5 Km. L'Oued a une largeur du lit mineur variable comprise entre 50

et 150m pour une profondeur moyenne de l'ordre de 10m. La granulométrie du fond est composée principalement de sables et de limons (90%) et de Gravieres (10%). A cet endroit la pente est très faible (<0,3%) entrainant une vitesse de courant lente. Le couvert végétal en bordures est assez dense, Il est composé de strates herbacées, arbustives et arborescentes.



Figure 9. Station de Takdempt BS1.

1.1.1.2 Station BAGHLIA BS2

Station de plaine située à une distance de 1,8 Km à l'ouest de la ville de Baghlia. Elle se trouve à une latitude Nord 36.833142 et une longitude Est 3.867943, à une altitude de 10m. Sa distance à la mer est de 11 km. Le cours d'eau a une largeur moyenne de 15 m pour une profondeur de 80 cm. La granulométrie du fond est composé essentiellement de sable fin et de limons avec une faible fraction de graviers (~10%). En bordure de rivière, on note la présence de quelques feuillus éparses. Quant à la végétation aquatique, elle est constituée de bancs d'algues filamenteuses. A ce niveau l'action anthropique est importante. Le dépôt de remblais sur les berges, le détournement et le pompage de l'eau à des fins agricoles sont autant de facteurs qui viennent se greffer aux rejets domestiques et aggravent ainsi l'état de santé du cours d'eau : déstabilisation du lit, assèchement prolongé du cours d'eau.



Figure 10. Station de Baghlia

1.1.1.3 Station Tadmaït MS1

La station est située à 3 km à l'Est de la ville de Tadmaït, Ce site se trouve à une latitude Nord 36.752775, une longitude Est 3.935065, à environ 18 Km de l'embouchure, sur une altitude de 40 m. La largeur moyenne du lit est de 10 m pour une profondeur moyenne de 80 cm. La granulométrie du fond est peu diversifiée : sable et limons (90%) et gravier (10%). La pente à la station reste toujours très faible (de l'ordre de 0.3%) avec un écoulement de l'eau lent. La végétation bordante est clairsemée et éloignée des rives du cours d'eau. Le lit est fortement perturbé par des prélèvements importants de sable et de nombreux captages d'eau pour l'irrigation des vergers de la région.



Figure 11. Station de Tadmaït MS1.

1.1.1.4 Station DBK MS2

Ce site se trouve à 3 km à l'Est de la ville de Drâa Ben-Kheda et à 1,4 Km en aval du point de confluence de l'Oued Bougdoura avec l'Oued Sébaou (s.s). La station à une altitude de 48 m, une latitude Nord 36.747557, une longitude Est 3.993603, la distance à l'embouchure de 25km, la largeur du lit est de 10m et une profondeur moyenne de 90cm. La granulométrie du fond est assez hétérogène et est composé de sable et limons (50%), de graviers et galets (50%). La pente de ce site est toujours faible (<0.5%), la vitesse du courant est de moyenne à faible. La végétation riveraine est composée d'arbres et de d'arbustes éparses, la végétation aquatique (macrophytes et algues) est bien développée au printemps et au début de l'été.

Cette station est perturbée sous l'action conjuguée due d'une part à l'importance de l'activité agricole dans cette zone, et au détournement et le pompage des eaux à des fins agricoles et d'autre part au dépôt de remblais sur les berges.



Figure 12. Station de Draa Ben Khedda MS2.

1.1.1.5 Station Tazmalt MS3

La station MS3 est localisée à 1,8Km en amont du pont de bougie, au point de confluence Oued Aissi Oued Sébaou. Elle se trouve à une latitude Nord 36.716304, une longitude Est 4.098301 à 75m d'altitude, et sa distance à la mer est de 45Km, La pente est faible (de l'ordre de 0,5%), la vitesse du courant est moyenne. La granulométrie du fond est assez hétérogène composé de galets, graviers, sable et limons. La végétation bordante est composée d'une strate herbacée et arbustive. Toute fois elle n'affecte guère l'enrôlement du cours d'eau en raison de la largeur du lit majeur.



Figure 13. Station Tazmalt

1.1.1.6 Station Chaib HS1

Ce site se localise à 1,5 km au Nord du village Chaib, à une latitude Nord 36.712649, longitude Est 4.221759 et 105m d'altitude. La station se caractérise par un lit

mineur d'une largeur de 12 m et une profondeur moyenne de 80 cm. Sa distance à la mer est de 65Km. A cet endroit, la pente est faible (0.5%) entraînant un écoulement de l'eau assez lent. Le substrat est hétérogène, on trouve des dalles, galets, graviers, sable et limons. La végétation bordante est relativement importante, mais elle n'affecte pas l'ensoleillement du cours d'eau. En période estivale on note la formation de mares et de bras morts avec un développement d'algues et de macrophytes.

Comme la plupart des stations de plaines, une forte activité agricole sur les abords des cours d'eau est observée.



Figure 14. Station Chaib HS1.

1.1.1.7 Station Freha HS2

La station est située à 4 km en amont du pont de Fréha. Le site se localise à une latitude Nord 36.718871, une longitude Est 4.342246, à une altitude de 140m et sa distance à la mer est de 69 Km. La largeur moyenne du lit mineur est de 8 m pour une profondeur moyenne de la lame d'eau de 50 cm. Le site est caractérisé par une pente de l'ordre de 1,2% et un écoulement moyen. La granulométrie du fond est composée de sable-limons (70%) et de galets-graviers (30%). Le couvert végétal en bordure du site est clairsemé et loin des rives, ce qui permet un bon ensoleillement sur une bonne partie du cours d'eau. En période estivale, on note un développement d'algues et de macrophytes rivulaires.



Figure 15. Station de Fréha HS2

1.1.2. Sous-bassin de l'oued Bougdoura

L'Oued Bougdoura, l'un des principaux affluents de l'Oued Sébaou prend naissance à 10 Km au sud de la ville de Draa-Ben-Khedda. Il draine les écoulements du flanc nord-ouest du Djurdjura depuis Thala-Guilef (massif de Haizer et du col blanc, alt 1660m) jusqu'à Draâ-Ben-Khedda. Il coule sur une longueur de 12Km du sud au nord sur un lit relativement plat, de pente moyenne de l'ordre de 0,5% et dont la largeur dépasse parfois 15m.

1.1.2.1 Station TlathaOG1

Cette station se localise à 1 Km en amont du point de confluence de l'Oued Bougdoura-Oued Sébaou (s.s) près de la ville de Draa Ben Khedda. Ce site se trouve à une latitude Nord 36.690806, une longitude Est 3.941464, à une altitude de 75 m et sa distance à la mer est de 36 Km. Le cours d'eau a une largeur d'environ 6 m, pour une profondeur moyenne de 40cm. La granulométrie du fond est assez diversifiée comprenant des galets-graviers (40%), du sable, et des limons (60 %). La pente est de 0,5% avec un écoulement faible à moyen. La végétation en bordure n'est pas très importante et éloignée des rives. En amont de cette station, se trouve une zone de dépôt de remblais, de débris et de déchets ménagers sur les berges.



Figure 16. Station de Tlatha OG1

1.1.2.2 Station Boghni OG2

Ce site se localise sur Assif n'Tlata (affluent de l'Oued Bougdoura), à 2 Km à l'ouest du village Zerouda, à 5 km en amont du Barrage de Tizi N'Tlata (en construction). Le site se trouve à une latitude Nord 36.636556, une longitude Est 3.924423, à une altitude de 150 m, une distance à la mer de 45 Km. La cour d'eau a une largeur moyenne de 6 m pour une profondeur moyenne de 90 cm. La granulométrie du fond de la station est une mosaïque de galet, graviers (70 %) et sable-limons (30 %). La pente est de l'ordre de 0,5%, la vitesse d'écoulement de l'eau varie de faible à moyenne. En bordure du cours d'eau la végétation est composée de feuillus,

l'endroit reste toutefois assez ensoleillé. En période estivale on note un développement d'algues, de mousses et de lentilles d'eau



Figure 17. Station de Boghni OG2

1.1.2.3 Station assif N'chbel OG3

Ce site se localise sur ``Assif Nechbel`` (affluent de l'Oued Bougdoura) près du village d'Ath Kouffi. Il correspond au point de prélèvement le plus en amont du sous bassin de l'oued Bougdourra. La latitude Nord est 36.478192, la longitude Est 3.961580, l'altitude de 530m, la distance à la mer de 70Km. La station est caractérisée par une pente de l'ordre de 5 %, une largeur du lit mineur de 1 à 3 m et une profondeur allant de 30 à 70 cm. La vitesse du courant est rapide à moyenne, la granulométrie du fond est composée essentiellement de blocs, galets, gravies et sable. La végétation bordante est assez fournie, composé d'arbres et d'arbustes.



Figure 18. Station d'Ath Kouffi OG3

1.1.3. Sous-bassin de l'oued Aïssi

L'Oued Aïssi est le second principal affluent de l'oued Sébaou. Il draine les écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura. L'importance de son débit est due aux écoulements d'assif Djemâa (écoulements en provenance du col de Tirourda), d'assif El Hemmam, d'assif Harzoun (écoulements en provenance du col de Tizi-n'Kouilal), d'assif Larbâa (écoulements en provenance de la Main du Juif) et d'assif Ouadhias (écoulements en provenance d'Azrou n'Chria).

Quatre secteurs hydrographiques ont retenus notre attention : oued Aïssi (s,s), assif Ouadhias, assif Larbaa et assif Djemaa.

1.1.3.1. Secteur hydrographique oued Aïssi (s,s)

L'oued Aïssi (s,s) prend naissance au lieu-dit ``Takhoukhth`` point de confluence des assifs Larbaa et Ouadhias. Il coule sur une distance d'une dizaine de Km avant de se jeter dans le barrage de Taksebt. Sa pente moyenne est de 0,5%, la largeur de son lit mineur peut atteindre à certains endroits 20 m.

1.1.3.1.1 Station Thakhoukhth OS1

Cette station est située à 3 Km en aval du lieu-dit ``Thakhoukhth`` point de confluence d'Assif Ouadhias et Assif Larbaa et à 8 Km en amont du Barrage de Taksebt. Le site se trouve à une latitude Nord 36.609769, une longitude Est 4.151970, une altitude de 200 m à 64 Km de la mer. La pente de ce site est de 0,8%, la vitesse du courant est moyenne à lente. La largeur moyenne du lit mineur est de 6 m pour une profondeur moyenne comprise entre 50 et 80 cm. La granulométrie de la station est variée, le fond composé de dalles par endroits, de galets et graviers (70%) et de sable et limons (30%). Le site se caractérise par la présence d'une végétation sur les abords des deux rives (arbres et arbustes) mais n'affectent pas l'ensoleillement du cours d'eau. En période estivale on observe un développement important d'algues et de mousses dans le cours axial.

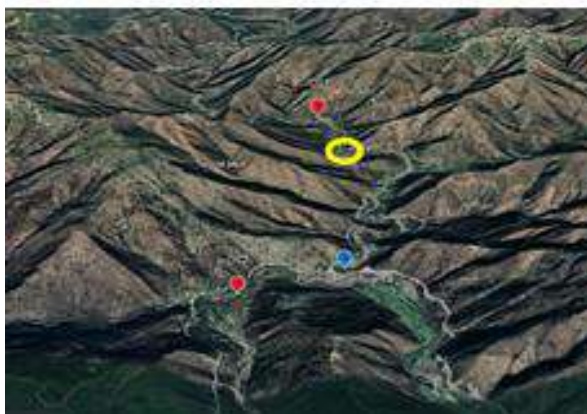


Figure 19. Station Takhoukht.

1.1.3.2. Secteur hydrographique d'assif Ouadhias

Assif Ouadhias, draine les écoulements du flanc nord-ouest de la dorsale médiane du Djurdjura, depuis Azrou n'Chria (alt. 1289 m) jusqu'à Thakhoukht.

Trois stations de prélèvement ont été choisies sur ce secteur hydrographique :

- une station sur assif Ouadhias (s.s) (OS2)
- deux stations sur assif Tamdha (tamda Rahma OS3, thamdha Oussarghin OS4)

1.1.3.2.1 Assif Ouadhias (s,s)

Assif Ouadhias prend naissance au lieu dit ``Tamdha Rahma``, point de confluence de l'assif Thamdha et l'assif Aghaladh. Il coule en orientation Sud/Nord-Est entre 380 et 190m d'altitude, sur une distance d'environ 12 Km avant de se jeter dans l'Oued Aissi dans le lieu dit Takhoukht.

Une seule station retenue sur ce cours d'eau : assif Ouadhias (OS2).

1.1.3.2.1.1 Station assif Ouadhias OS2

Cette station est localisée sur Assif Ouadhias à 500 m en amont du pont Thakhoukht. Elle se trouve à une latitude Nord 36.588679, une longitude Est 4.15197 et une altitude de 220m et sa distance à la mer est de 68 Km. La largeur de son lit mineur varie de 2 à 4 m avec une profondeur moyenne de 70 cm. Le substrat est formé de galets, graviers, sable et limons. A cet endroit la pente est de 1,2%, la vitesse d'écoulement de l'eau est lente. La végétation bordante du site n'est pas très dense, elle est constituée de roseaux et d'épineux. Quant à la végétation aquatique, elle est peu abondante, on trouve des bryophytes et des macrophytes.



Figure 20. Station Assif Ouadhias.

1.1.3.2.2 Assif Tamdha

Il prend naissance dans le Djebel d'Ath Bouadou (flanc nord-ouest de la dorsale médiane du Djurdjura) à 1100 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige. Il coule en orientation Sud / Nord-Est sur une distance d'environ 15 km entre 1100 m et 380 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Ouadhias. De pente moyenne de l'ordre de 5 %, sa largeur peut atteindre par endroit 4 m.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : thamdha Rahma (OS3) et thamdha oussarghin (OS4).

1.1.3.2.2.1 Station thamdha Rahma OS3

Cette station est localisée sur Assif Tamdha à une latitude Nord 36,5314155 et une longitude Est 4,1138196, une altitude de 330m pour une distance à la mer de 76Km. A cet endroit, la pente est de 5% entraînent une vitesse d'écoulement de l'eau de moyenne à rapide. La largeur moyenne du lit mineur à est de 3 à 5 m pour une profondeur moyenne de 50 cm. Le substrat est très hétérogène, il est composé de rochers, galets, graviers, sable et limons. Sur les abords de la rivière, la strate arbustive est bien développée, la végétation aquatique peu abondante est composée d'algues et de macrophytes.



Figure 21. Station Thamdha El Rehma

1.1.3.2.2.2 Station thamdha Oussarghine OS4

Le site se situe à environ 800 m en aval du village d'Ait El-Kaid. Il se trouve à une latitude Nord 36.517778, une longitude Est 4.10063, à une altitude de 460 m et une distance à la mer de 80 Km. Le lit mineur a une largeur moyenne de 4 m pour une profondeur moyenne de 80 cm. La pente est de l'ordre de 2% et un écoulement de l'eau assez rapide. La granulométrie du fond est assez diversifiée : dalles et roches par endroits, galets-graviers et une fraction faible de sable et de limons. La végétation riveraine est assez dense, composée d'arbres et d'arbustes, entraînant un faible ensoleillement du cours d'eau. Des algues et macrophytes sont présents dans le site.



Figure 22. Station Tamdha Oussarghi.

1.1.3.3. Secteur hydrographique de assif Larbâa

Assif Larbâa draine les écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la Main du Juif (Thaltat) jusqu'au lieu dit Thakhoukhth. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'une vingtaine de km entre 1100 m et 200 m d'altitude. La largeur moyenne de son lit mineur dépasse par endroit 10 m.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : assif Larbaa (OS5).

1.1.3.3.1 Station assif Larbaa OS5

La station OS5 se trouve sur Assif Larbaa à 3 Km en amont du lieu-dit Thakhoukhth et à 15 km en aval de la ville Ouacifs. Elle se localise à une latitude Nord 36.567359 et une longitude Est 4.169997, à une altitude de 260 m. Sa distance à la mer est de 71 Km, sa largeur de 6 m et sa profondeur moyenne de 60 Cm. La pente à ce site est de 1,5%, la vitesse du courant moyenne à rapide. La granulométrie du fond est composée de galets, graviers, sable ainsi que des matériaux meubles sur les rives. La végétation bordante est formée de strate arborescente et arbustive éparses et une végétation aquatique constituée d'algues et macrophytes rivulaires.

1.1.3.4. Secteur hydrographique de assif Djemâa

Assif Djemâa, affluent de l'Oued Aissi, draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord Est de la dorsale médiane du Djurdjura depuis Ain El Hammam et Ath Ouabane jusqu'au lieu dit Takhoukt. Il à une pente moyenne de l'ordre de 5 % et coule sur une distance d'environ 20 km entre 1100 m et 200 m d'altitude avant de se jeter dans l'Oued Aissi (s,s) . une seule station est retenue dans ce secteur hydrographique : station assif Djemâa (OS6).

1.1.3.4.1 Station assif Djemaâ OS6

Cette station est localisée sur Assif Djamaa, à 1 Km à l'Est du village Thassafth Ougmoun et à 12km en amont du lieu dit Thakhoukht. Ce site se trouve à une latitude Nord 36.543715 et une longitude Est 4.281334, à une Altitude de 385 m, à distance de 73 Km de la mer. Le cours d'eau a une largeur moyenne de 7 m pour une profondeur moyenne de 40 cm. La granulométrie de la station est une structure mosaïque de galets-graviers (60%) et sable-limons (40%). Le cours d'eau est caractérisé par une pente de l'ordre de 2%, une vitesse d'écoulement moyenne à rapide. Le couvert végétal est dense en bordures d'où un faible éclaircissement du cours d'eau. La végétation aquatique est constituée d'algues, de mousses et lentilles d'eau



Figure 23. Station Assif Djmâa

1.1.4. Sous-bassin de l'oued Boubhir

Les cours d'eau du sous-bassin versant de l'oued Boubhir drainent l'ensemble des écoulements du flanc Nord-Est de la Kabylie du Djurdjura. Ils prennent naissance depuis les pentes septentrionales du massif d'Akfadou (Col de l'Akfadou) et la partie orientale du Djurdjura (col de Chelatta et col de Tirroudda).

1.1.4.1. Secteur hydrographique de l'Oued Boubhir

L'Oued Boubhir draine les écoulements du flanc nord de la dorsale orientale du Djurdjura. Il prend naissance à 25Km au Sud-Ouest d'Azazga au point de confluence des Assifs El khmis et Tirroudda. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'une dizaine de Km, entre 300 et 180m d'altitude avant de se jeter dans l'Oued Sébaou (Haut Sébaou). Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,4% et la largeur de son lit mineur peut atteindre plus de 10m.

Dans ce tronçon, on a retenu deux stations : OH1 au niveau de l'Oued Boubhir (s.s) et OH2 au niveau de la rentrée du village Sahel. Une seule station est retenue sur ce parcours : station pont Boubhir OH1

1.1.4.1.1 Station OH1

Station dite 'pont Boubhir', elle est située à une vingtaine de km au Sud-Ouest d'Azazga et se trouve à 200 m en amont du pont de Boubhir à une latitude Nord 36.640532, une longitude Est 4.386606, à une altitude de 210 m, une distance à la mer de 79 Km. Elle est dotée d'une pente de l'ordre de 2 % pour une vitesse du courant allant de rapide à moyenne. Le cours d'eau se caractérise par une largeur du lit mineur entre 4 et 8 m, pour une profondeur moyenne

variable de 20-30 cm. La granulométrie du site est composée de galets, sable, limons et matière organique. La végétation bordante est constituée d'une strate arborescente et arbustive éloignée des rives et la végétation aquatique est constituée d'algues et de macrophytes. Diverses pressions d'origine anthropique sont exercées sur le milieu : rejets domestiques, extraction de sable, pompage de l'eau pour l'irrigation et pâturages sur les rives.



Figure 24. Station de Boubhir

1.1.4.2. Secteur hydrographique de l'assif Sahel

Assif Sahel, cours d'eau de montagne, prend naissance à partir des sources localisées dans les cols de Chellata et de l'Akfadou. Il coule en orientation Est-Ouest sur une distance d'environ 15 km, entre 1300 m et 250 m d'altitude avant de se jeter dans le haut Sébaou. Sa pente moyenne est de l'ordre de 10 %, laquelle lui confère en période de hautes eaux un régime hydrologique de type torrentiel.

Une seule station est retenue sur ce parcours : station assif sahel OH2.

1.1.4.2.1 Station assif Sahel OH2

La station est située sur Assif Sahel à proximité du village Sahel dans la commune de Bouzeguène à une latitude Nord 36.589422 et une longitude Est 4.459776, une altitude de 430m, une distance à la mer de 91 Km. La pente à la station est de l'ordre de 5 %, la vitesse du courant est rapide. La largeur moyenne du lit mineur est de 2 m pour une profondeur moyenne de 70 cm. La granulométrie du cours d'eau est hétérogène constituée de dalles, blocs, gros galets et sable. La végétation bordante constituée de strates herbacée, arbustive et arborescente, la végétation aquatique d'algues et de mousses. L'action anthropique se résume aux rejets d'ordures ménagères sur les rives et au pompage de l'eau pour l'irrigation.



Figure 25. Station d'assif Sahel.

1.1.5. Les Lacs de barrage et retenues collinaires

Les eaux stagnantes n'ont aucune puissance, puisqu'elles ne sont pas en mouvement et qu'elles ne transportent aucune charge en suspension. Elles forment des écosystèmes très variés, assez individualisés et distincts des eaux courantes. La région d'étude compte en plus des eaux stagnantes temporaires (retenus collinaires, tourbières) quatre barrages. Ces plans d'eau sont considérés comme étant des sources utilisées pour l'alimentation en eau potable et / ou l'irrigation des terres agricoles.

Les sites d'étude retenus sont au nombre de sept (07), ils sont choisis comme suit :

- Barrage de Taksebt : 1 stations (TAK)
- Barrage de Djebba : 1 station (Djb)
- Barrage de Ain Zaouia : 1 station (AIZ)
- Barrage de Drâaa El Mizan : 1 station (DMZ)
- Retenue collinaire de Boukhalfa : 1 station (RCB)
- Retenue collinaire de Cap Djinet : 1 station (CPJ)

1.1.5.1 Barrage Taksebt

Le Barrage de Taksebt est implanté sur l'Oued Aissi à 2 Km en amont du point de confluence avec l'oued Sébaou (s.s) et à environ 10 km au sud-est de la ville de Tizi-Ouzou. Il se situe à 120 m d'altitude. Il est alimenté par les eaux de pluie et la fonte des neiges. Les eaux du barrage proviennent essentiellement des sous bassins versants d'assif Larbaa, assif Ouadhias et assif El Djemaa ainsi que d'autres ruisseaux de débit moins importants. Sa capacité est de 180 millions m³ à sa côte maximale. Sa profondeur moyenne est de 32 m et sa profondeur maximale au niveau de la digue est de 75 m. Il a été mis en service en 2002.

Une seule station est considérée : TAK.

Station TAK (TAK1, TAK2) :

La station (TAK1) est localisée à environ 10 m de la digue du barrage. La latitude Nord est de 36.675616 et la longitude Est de 4.119193. Le mur de la digue constitue le fond rocheux du site, ce qui engendre l'absence totale de la végétation bordante. La végétation aquatique est représentée par quelques algues et mousses.

Le site (TAK2) est situé à environ 2 Km en amont de TAK 1 sur un bras mort de la rive gauche du barrage, une latitude Nord 36.620172 et une longitude Est 4.139169. La profondeur moyenne de cette partie du barrage est d'environ 15 m, avec un substrat hétérogène composé de sable-limons, de galets-graviers et matière organique. La végétation bordante est relativement importante sur les deux rives du bras mort.

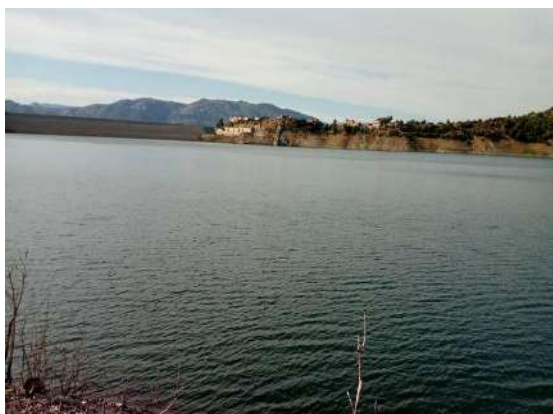


Figure 26. Barrage Taksebt.

1.1.5.2 Barrage de Djebba Djb

Le Barrage de Djebba est situé dans la commune d'Ouaguenoune à 20 km à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Il est délimité à l'est par les communes de Thimizart et Fréha et l'Oued Sébaou au Sud. Il est implanté sur l'oued Bougdama : altitude 153 m, latitude Nord 36.777804 et longitude Est 4.207914. Il est doté d'une digue en terre de 19.5 mètres de hauteur et de 510 mètres de longueur. Il a une capacité de stockage de trois hm³ et recouvre une surface inondée de 20 hectares pour une profondeur moyenne de 15 m. La végétation bordante est rare et dispersée. On note également la présence d'une végétation enracinée ainsi qu'un développement important

de mousses et d'algues. Le barrage a été mis en service en 1974. Il a été conçu pour l'irrigation des terres agricoles de Ouagnoun.

- Une seule station a été choisie sur ce barrage : station DJB.



Figure 27. Barrage de Djebba.

1.1.5.3 Barrage d'Ain Zaouia AIZ

Le barrage d'Ain Zaouia est implanté sur l'oued Moussa dans la commune d'Ain-Zaouia à .. Km à l'ouest de Draa-El- Mizane. Il se trouve à une altitude de 300 m, une latitude Nord 36.534604 et une longitude Est 3.867464. Le barrage a été mis en service pour la première fois en 1986 avec une capacité initiale de stockage de 1,4 Hm³. L'ouvrage destiné à l'irrigation, couvre une superficie de 18 Ha pour une largeur moyenne de 90 m et une profondeur maximale de 23 m. Le barrage se caractérise par un substrat à granulométrie fine avec la présence partielle d'une végétation aquatique au niveau de ses bords. Le barrage a été mis en service pour la première fois en 1986 et depuis a été deux fois totalement vidangé. La dernière vidange (2016) a été suivie de trois mois d'assec avant la remise en eau

- Une seule station a été choisie sur ce barrage : station AIZ.



Figure 28. Barrage d'Ain Zaouia

1.1.5.4 Barrage de Draa El Mizan DMZ

Le barrage de Drâa El Mizan est situé à environ 4 Km au nord du chef-lieu de la commune de Draa El Mizan. Son altitude est de 270 m, sa latitude Nord est 36.565379 et sa longitude Est 3.841095. Mis en service en 1974, le barrage est doté d'une capacité de 1,5 Hm³ pour une superficie de 28, 3 Hm². La profondeur moyenne est de 13 m et une largeur moyenne de 150 m. Le barrage se caractérise par une granulométrie fine (fond meuble) et une végétation bordante éparse.



Figure 29. Barrage de Draa El Mizan

1.1.5.5 Retenue collinaire de Boukhalfa RCB

Cette retenue collinaire est située dans le domaine de l'institut de Technologie et Moyens Agricoles Spécialisé dans la ville de Boukhalfa à 5 Km de la ville de Tizi-Ouzou. Elle est située à une altitude de 80 m, une latitude Nord 36,745148 et une longitude Est 4,01025. Sa largeur moyenne est de 70 m, sa profondeur moyenne de 5 m. Sa capacité est de 45500 m³. La retenue est alimentée naturellement par les eaux de pluie

et par celles de ruisseaux de faible débit. La retenue a été mise en service pour la première fois en 1950 et a depuis été plusieurs fois vidangée. La composition granulométrique du site est caractérisée par un fond formé essentiellement d'argiles, limons et sable avec une végétation bordante fournie et une végétation aquatique assez abondante.

- Une seule station est retenue sur ce plan d'eau : station RCB.



Figure 30. Retenue collinaire de Boukhalfa

1.1.5.6 Retenue collinaire de Cap Djinet CPJ

Ce site se trouve dans la commune de Cap Djinet, à environ 13 km de la mer, sur une altitude de 80 m, une latitude Nord 36.864814 et une longitude Est 3.776847. Sa largeur moyenne de 120 m et sa profondeur de 12,5 m. Sa capacité est de l'ordre de 1.4 millions de m³ d'eau. La végétation bordante importante par endroits et rare et dispersée dans d'autres. On note aussi la présence d'une végétation aquatique et enracinée.

- Une seule station est retenue sur cette retenue : station CPJ.



Figure 31. Retenue collinaire de Cap Djinet.

1.2. Paramètres environnementaux

De nombreux écologues ont souligné l'importance des variations environnementales dans l'espace et dans le temps sur la faune. L'identification des relations entre les facteurs ainsi que leur influence sur l'abondance des espèces, leur distribution et leurs comportements demeurent des problèmes centraux de l'écologie (BARBOULT, 1992).

Ces facteurs peuvent être de deux types : biotiques tels que la modification de la disponibilité en nourriture ou le comportement des congénères ou abiotiques tels que les changements saisonniers de température et de photopériode (GAHAGAN et al., 2010 ; HOFFMAN-LEGRAND, 2021).

Des auteurs tels que BERTHELEMY (1966), LAVANDIER (1979), ANGELIER et al. (1985), VINCON & THOMAS (1987) ont montré qu'il est possible de caractériser les milieux aquatiques par leurs facteurs physiques. Parmi les facteurs du milieu retenus dans le cadre de ce travail, certains paramètres ne varient pas dans le temps, ils caractérisent l'état de la station comme par exemple, la distance à la mer, l'altitude, pente. D'autres paramètres sont faciles à mesurer tels que la nature du substrat et la végétation bordant, mais d'autres encore peu fiables (largeur du cours d'eau, profondeur du lit...) sont liés aux irrégularités des débits qui entraînent des modifications des rives lors des crues et des basses eaux. Ces différents paramètres peuvent avoir un effet limitant sur la distribution et l'abondance de l'Ichtyofaune dans les écosystèmes aquatique continentaux. Des paramètres physico-chimiques ont été aussi pris en considération (Oxygène dissous, pH, Ammonium ...) pour une évaluation de la qualité de l'eau dans les stations étudiées.

Dans ce travail, les sites prospectés sont caractérisés par des conditions mésologiques variables. Pour les décrire, un ensemble de descripteurs ont été pris en considération. Ces paramètres n'ont pas été choisis au hasard, ils sont considérés par les hydrobiologistes comme des facteurs écologiques essentiels capables d'influencer directement la vie aquatique. Ils peuvent être à l'origine des modifications d'abondance, de distribution ainsi que des comportements des espèces (FLECHTNER, 1986 ; DETTNER et al., 1986 ; ISART et al., 1989 ; BOURNAUD et al., 1992 ; RICHOUX, 1994 ; RIBERA et al., 1995a, 1995b ; JONSSON et JONSSON, 2009 ; SYKES et al., 2009 ; ALDVEN et al., 2015 ; JONSSON et JONSSON, 2018).

1.2.1. Débit et Vitesse du courant

Les débits des cours d'eau dépendent principalement de trois types de facteurs : les aléas climatiques (durée et intensité des précipitations, fonte des neiges), les caractéristiques des

cours d'eau et des bassins versants (type de sol et de sous-sol, topographie) et certaines activités humaines (imperméabilisation des sols, prélèvement en eau et occupation des sols par l'agriculture) (LAMINE, 2021).

La présence d'une espèce en un point donné dans les limites de son aire de répartition général dans le bassin hydrographique considéré est liée à l'existence de conditions géomorphologique, hydraulique, thermique et chimique du milieu qui permettent sa reproduction et sa survie aux différents stades de son développement (PHILIPART, 1989).

Le débit et la vitesse du courant renseignent sur l'importance d'un cours d'eau. En effet, ces deux paramètres ont une action sur la distribution de l'ichtyofaune en fonction de leurs capacités spécifiques de nage et de résistance au courant. De nombreuses études ont montré que les migrations des poissons amphihalins étaient fortement influencées par une multitude de paramètres dont le débit (JONSSON, 1991; QUINN et al., 1997; EDELINE et al., 2006; JONSSON & JONSSON, 2009; MOORE et al., 2012; KOVACH et al., 2016).

L'hydrologie des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura est caractérisée par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont soudaines et violentes et les étiages prononcés (YAKOUB, 2005), ce qui engendre des crues en saison des pluies et d'importantes fractions sec durant la saison sèche. Ces contraintes peuvent s'avérer limitantes pour le développement de la faune aquatique et particulièrement pour l'ichtyofaune.

1.2.2. Profondeur et largeur du lit

Ces deux composantes fournissent, en plus du débit, une idée de la 'taille' du cours d'eau à une station donnée. La profondeur influence directement les caractéristiques chimiques de l'eau et de ce fait la présence-absences des populations de poissons ainsi que leurs comportements. Les poissons ont des intervalles de préférences de profondeurs selon le stade de vie et de développement.

Dans notre travail, les profondeurs moyennes varient de 20 cm à 10 m dans les cours d'eau et entre 1.5 m et 10 m dans les lacs de barrages.

La largeur moyenne des sections en eau varie de 4 à 20 m dans les cours d'eau en augmentant assez régulièrement de l'amont vers l'aval. La largeur dans les Barrages peut dépasser 100 m.

1.2.3. Substrat

Le substrat, par sa composition façonne une grande partie de l'habitat des espèces aquatiques. Il constitue un support vital de la faune auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie. Il joue le rôle de facteur limitant dans la distribution des éléments dans

un écosystème aquatique selon les exigences, les limites de préférences et/ou de tolérance pour chaque espèce envers le substrat de ponte. On distingue les espèces lithophiles qui pondent leurs œufs dans ou sur le gravier, les espèces psamophiles qui pondent sur des fond sableux, des espèces phytophiles qui fixent leurs œufs sur un support végétal ainsi que des espèces litho-phytophiles qui fixent leurs œufs indifféremment sur les plantes et du sable.

La fréquence relative des différents constituants de cette composante peut agir dans le déterminisme du profil d'abondance de la communauté influençant donc indirectement sur la productivité et la diversité de l'écosystème entier (BOURNAUD, 1983 ; DAKKI, 1987 ; PRAKASH, 2021). Deux grands types de substrats sont distingués : le substrat minéral et le substrat végétal.

1.2.4. Substrat minéral

Plusieurs catégories sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments qui le composent : limons, sable, graviers, galets et blocs. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par son pourcentage de recouvrement des surfaces en eau. Ces pourcentages sont estimés par observation directe à l'échelle de la station (**annexe**).

1.2.5. Substrat végétal

Ce type du substrat peut jouer à la fois comme support inerte et comme ressource trophique. Il est considéré séparément et indépendamment de la granulométrie. Son importance au niveau d'une station est exprimée, par son pourcentage de recouvrement des zones en eau en quatre classes d'abondance : d'absente à très abondante (**annexe**).

1.2.6. Végétation bordante

Les formations végétales rivulaires constituent un compartiment essentiel des écosystèmes d'eau courante. Elles participent ainsi au maintien de la dynamique physique et biologique nécessaire pour la résilience du système face aux perturbations d'origines naturelles ou anthropiques (THIERRY, 2010). En effet, ces formations, contribuent donc au bon fonctionnement de l'hydrosystème (régulateur du régime thermique des cours d'eau, source majeure de matière organique, stabilité des berges et diversité d'habitat pour les insectes aquatiques grâce à son réseau racinaire et aux branches qui tombent dans l'eau) et, par conséquent, contribuent largement à l'installation d'une faune riche et diversifiée (MARIDET et al., 1996).

Cette composante est estimée par observation directe à l'échelle de la station. Elle est exprimée par quatre classes d'abondance : de rare (1) à très abondante (4).

1.2.7. Activités humaines

L'homme occupe une place de plus en plus importante dans les écosystèmes en général et dans les écosystèmes aquatiques en particulier. La société humaine utilise les cours d'eau comme ressources en eau ou comme exutoire pour un grand nombre d'activités urbaines, agricoles et industrielles, et à longterm négligé leur qualité d'écosystèmes. Ces activités entraînent des perturbations qui se traduisent par des modifications des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des écosystèmes.

Selon RAMADE (2005), un cours d'eau est considéré comme étant pollué, lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont directement ou indirectement modifié du fait de l'action de l'homme. Dans la plupart des cas, il s'agit de substances rejetées volontairement dans l'eau ou qui aboutissent accidentellement à la suite d'erreurs humaines.

Le bassin versant de l'oued Sébaou constitue la cible de plusieurs sources et foyer de pollution ponctuelle et/ou diffuse. L'influence anthropique sur ce bassin versant se manifeste par différentes activités liées aux agglomérations installées le long des cours d'eau.

L'impact anthropique diffère d'une zone à l'autre et varie en général selon l'altitude du secteur concerné (LOUNACI, 2005). En altitude, les agglomérations sont généralement de petites tailles. Les activités humaines ont conservées un caractère traditionnel, où l'élevage et les cultures non irriguées sont pratiquement les seules activités agricoles. Leurs impacts potentiels sur les cours d'eau devraient être relativement faibles. Les seuls secteurs affectés se localisent près des villages où les eaux usées sont directement rejetées dans les cours d'eau.

Dans la vallée et tout au long des abords de l'oued Sébaou, on rencontre les plus grandes concentrations urbaines susceptibles de générer une forte pollution par conséquent une menace pour la vie aquatique. Le pompage et le détournement de l'eau pour l'irrigation, la mise à sec de tronçons importants des cours d'eau, l'extraction de graviers engendre la déstabilisation du fond du lit des cours d'eau avec la modification de sa morphologie et une remise en suspension accrue des éléments fins. A cela s'ajoute la construction des barrages qui forme ainsi un obstacle pour la migration des poissons.

Toutes ces perturbations affectent les milieux aquatiques et engendrent des modifications plus ou moins marquées sur les organismes, particulièrement les communautés pisciaires.

1.3. Physico-chimie de l'eau des sites d'étude

Une étude exhaustive des peuplements ichtyologiques des plans d'eau passe nécessairement par des analyses physico-chimiques autant que milieu de vie. Pour ce fait nous avons effectué, en parallèle avec les prélèvements de la faune pisciaire l'analyse de 14 paramètres.

Les analyses de laboratoire ont été réalisées au niveau du laboratoire de la **SEEA** de Tizi Ouzou. Les méthodes et les appareils utilisés dans cette étude sont présentés dans le Tableau annexe

Cinq paramètres, T°, pH, turbidité, O₂ dissout et conductivité électrique ont été mesurés in situ à l'aide d'un analyseur multi-paramètres de terrain de type HANNA WTW 390. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur le terrain.

Huit autres paramètres sont mesurés in-vitro. Il s'agit des Matières en suspension (MES), Les Nitrates (NO₃), les Nitrites (NO₂), l'Ammoniac (NH₄), les Ortophosphates (PO₄), le Chlore (Cl⁻), le Magnésium (Mg⁺⁺) et le Calcium (Ca⁺⁺).

Les paramètres physico-chimiques mesurés avec leurs unités dans ce travail pour chaque site sont rapportés dans le Tableau (annexe 3)

1.3.1. Température (T °C)

La température est un facteur écologique important qui conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés des êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003). Elle représente l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus en dépendent (DAJOZ, 2000). Elle joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gazes dont l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs la température agit sur la vitesse des réactions chimiques et biologiques et contrôle ainsi l'ensemble des phénomènes métalliques des organismes (WHO, 1987 ; KELLY & GREEN, 1997)

La valeur de la température de l'eau est influencée par la température de l'air mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes.

1.3.2. Le Potentiel hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène mesure la concentration H⁺ contenu dans l'eau et donc son acidité ou son alcalinité sur une échelle logarithmique de 0 à 14 (CHAPMAN, 1996). On admet

en général qu'un pH naturel entre 6,5 et 8,5 caractérise les eaux où la vie se développe de manière optimale. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre type HANNA.

1.3.3. La Conductivité électrique

La conductivité électrique est une expression de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique, la plupart des sels minéraux sont de bons conducteurs alors que les composés organiques sont de mauvais conducteurs. Ainsi la conductivité peut se définir comme étant la quantité de sels dissout dans l'eau. Elle est mesurée sur le terrain à l'aide d'un multi-paramètre de type HANNA, et est exprimée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

La connaissance du contenu en sels est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences en ce qui concerne ce paramètre.

1.3.4. L'Oxygène dissous

La concentration en oxygène est l'un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux pour la vie aquatique. Elle varie dans le temps et dans l'espace car elle est fonction de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température, la salinité, la pénétration de la lumière et l'agitation de l'eau. La mesure de l'oxygène s'effectue in-situ à l'aide d'un oxymètre de type HANNA.

Les résultats des mesures sont exprimés en mg/L de saturation à une température de référence 20 °C.

1.3.5. Turbidité

La turbidité se caractérise par la transparence d'un liquide dû à la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Elle est mesurée par un turbidimètre, exprimé en NTU (Nephelometric Turbidity Unit)

1.3.6. Les matières en suspension MES

Les matières en suspensions sont toujours présentes dans les eaux naturelles superficielles. Ce sont des particules solides fines de taille comprise entre quelques centièmes de micromètres et quelques millimètres (colloïdes). Elles sont soit d'origine naturelle (en liaison avec les précipitations), soit produites par les rejets urbains et industriels. Leur effet néfaste est mécanique, par la formation d'un écran empêchant la bonne pénétration de la lumière (réducteur de la photosynthèse) et/ou par colmatage des branchies des poissons. Ces MES sont

caractérisés par la turbidité de l'eau qui est inversement proportionnelle à la transparence, une turbidité forte est souvent signe de pollution.

Les méthodes de détermination des matières en suspension sont la décantation ou la centrifugation ou la filtration. Elles dépendent, outre la taille, de la nature des particules, notamment de la densité et de la forme.

1.3.7. Le calcium Ca^{2+}

Le calcium est très réparti dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Il constitue une composante majeure de la dureté totale, et il est généralement l'élément le plus dominant des eaux potables (RODIER, 1996).

Le calcium est dosé par la méthode granulométrique et exprimé en mg/l.

1.3.8. Le magnésium Mg^{2+}

Le magnésium est un élément très réparti dans la nature. Son origine est naturelle (dissolution des roches carbonates dolomitiques) ou industrielle (industrie de la potasse, de la cellulose...). Selon RODIER (1996), Sa grande solubilité et sa large utilisation industrielle font que ses teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques mg/l à plusieurs centaines de mg/l.

Le magnésium est dosé par la méthode gravimétrique et exprimé en mg/l

1.3.9. Les chlorures Cl^-

Les chlorures sont très répartis dans la nature généralement sous forme de Na Cl, K Cl ou Ca Cl. Elles sont liées principalement à la nature du terrain traversés. Elles peuvent également provenir d'une pollution organique par les pesticides organochlorés et les détergents (RODIER 1996).

Les chlorures sont dosés par la méthode volumétrique et exprimé en mg/l.

1.3.10. Ammonium (NH_4^+)

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine la matière végétale des milieux aquatiques, la matière organique animal, les engrais chimiques et les rejets industriels. Il traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Ce paramètre est souvent utilisé comme traceur des eaux usées domestiques (RODIER, 1996). Par passage de l'eau dans le sol, et sous l'influence de certaines bactéries, l'azote ammoniacal se transforme en azote nitreux puis en azote nitrique.

1.3.11. Les Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète de la matière organique. Ils résultent soit de la réduction des nitrates ou de l'oxydation de l'ammoniac. Il constitue le stade intermédiaire entre les ions ammonium et les nitrates.

Le NO_2^- est le plus toxique des formes minérales de l'azote.

1.3.12. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates se trouvent dans les couches superficielles du sol, Elles peuvent provenir de la minéralisation des matières organiques azotées des sols agricoles et des rejets domestiques, ainsi que de l'épandage des engrais ammoniacaux (RODIER, 1984)

Toutes les formes d'azotes (azote organique, ammoniacale, nitrite) sont susceptible d'être à l'origine des nitrates par un processus biologique. La forme ammoniacale de l'azote est la forme la plus réduite, Le NO_2^- est le plus toxique des formes minérales, le NO_3^- constitue l'ultime produit de la nitrification.

Leur détermination se fait par la méthode colorimétrique, et sont exprimés en mg/l.

1.3.13. Les phosphate (PO_4^{3-})

Le phosphore existe naturellement dans les milieux aquatiques en solution ou en suspension à l'état minéral ou organique sous différentes formes oxydées. Il fait partie des ions facilement fixé par le sol. Sa présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique et aux rejets urbains

La méthode utilisée pour le dosage des phosphates est la colorimétrie, et est exprimé en mg/l



Figure 32. Mesure paramètres physico-chimique



Figure 33. Mesures ex situ

2. Méthodes d'échantillonnage de l'Ichtyofaune

Les difficultés de prospection des milieux aquatiques (notamment sur les embouchures des cours d'eau, les lacs de barrage) ainsi que les différences comportementales des diverses espèces piscicoles ne permettent pas d'établir un schéma d'échantillonnage universel. De nombreux protocoles d'échantillonnage ont été conçus (en fonction du milieu d'étude et des objectifs fixés) des quels il ressort que la technique de pêche utiliser est étroitement liée à l'échelle et aux caractéristiques morphologiques du milieu prospecté ainsi qu'aux objectifs fixés. Nous nous attacherons à une description succincte des stratégies d'échantillonnage des peuplements piscicoles et des engins de pêche.

Les études visant à relier la présence ou l'absence d'un individu ou d'une espèce aux caractéristiques de l'habitat ont pris une importance croissante au cours des dernières décennies (SOUCHON, 1994). Différentes stratégies d'échantillonnage ont ainsi été développées permettant une analyse de la répartition spatiale des poissons dans les grands cours d'eau. NELVA et al (1979) ont proposé une méthode basée sur la multiplication d'efforts de pêche élémentaire, constant et d'importance limitée (stratégie d'échantillonnage semi-quantitative par type d'habitats), Ceci améliore l'appréciation des structures spatiales. Cette méthode possède l'avantage d'être facile à mettre en œuvre, de permettre l'obtention d'un grand nombre d'informations en un temps relativement court, d'être peu sélective et relativement peu coûteuse à l'usage.

Les engins de pêche permettant la capture de poissons sont très diversifiées. Dans le cadre de ce travail. deux techniques sont largement privilégiées : la pêche au filet maillant et la pêche électrique

2.1 Pêche aux filets maillant

Les techniques d'échantillonnage scientifique par filets maillant sont dérivées des méthodes de pêche traditionnelles employées par des pêcheurs professionnels. La pêche au filet maillant est une méthode efficace pour échantillonner les cours d'eau de grande taille. Elle permet de pêcher près des berges des barrages, là où l'efficacité de la pêche électrique est moindre de part une profondeur trop importante. Toutefois cette technique est particulièrement sélective vis-à-vis de la taille et de l'espèce piscicole.

2.1.1. Pêche au filet tramail

Le filet tramail est un engin de capture passif (statique) (BARBIER, 1985). Il est formé de trois nappes superposées : deux nappes à grandes mailles de 270 mm de diamètre, entourant une nappe centrale à mailles plus petites (50mm de diamètre) ; l'ensemble est muni d'une ralingue supérieure munie de flotteurs et d'une ralingue inférieure munie de plomb.

Il est formé de trois nappes transparentes superposées de deux diamètres différents qui font office de barrière (obstacle) au travers de la trajectoire du poisson (engin passif). Une nappe à petites mailles (50 mm) intercalée entre deux nappes à grandes mailles (270 mm), avec une longueur totale de 100 m sur une chute de 1,5 m. Il est muni de deux cordons (ralingues) parallèles sur toute la longueur, une ralingue supérieure équipée de flotteurs qui assurent la flottaison du filet à la surface de l'eau, et une ralingue inférieure équipée de plomb afin que le filet soit étiré sur toute sa hauteur verticalement. Il est fixé en général par un cordage à la rive (roches, arbres, ...) pour une durée de 24 h avant de procéder au démaillage (Figure. 38).

2.1.2. Pêche au mono filament

Une technique de capture statique qui consiste à la capture des poissons à l'aide d'un filet constitué d'une seule nappe avec une ralingue supérieure munie de flotteurs et une ralingue inférieure munie de plombs.

Le mono filament transparent à mailles de 100 mm, d'une longueur de 100 m et d'une hauteur de 8 m a été utilisé dans les sections profondes des stations échantillonnées.

2.2 La pêche Electrique

Cette technique utilisée dans les tronçons de rivière praticables à pied et les rives des réservoirs d'eau. Elle consiste en la libération d'une décharge électrique dans l'eau pour assommer les poissons qui se trouvent dans la zone ciblée. Son efficacité dépend des caractéristiques du courant utilisé, de la minéralisation, de la température de l'eau et de la

profondeur (MASTRORILLO, 1995). Son application aux secteurs profonds et turbides paraissait assez délicate (HUTAGALUNG, 1998)

Cette méthode consiste à la capture de poissons à l'aide d'un équipement de pêche électrique à courant variable équipé d'un bras télescopique et d'une épuisette attachée, exploitée par deux opérateurs avec un courant AC (3 phases) ; Puissance : 1,5 KVA ; Tension : 230/400 V ; Courant : 5,2/2,8 A ; Fréquence : 670 Hz. Sur chacun de ces sites d'échantillonnage, la pêche a été effectuée sur un tronçon de 100 mètres et jusqu'à 3 mètres du bord de la rive dans les lacs de barrages.

2.3 Capture des poissons

Les poissons ont été échantillonnés au cours de plusieurs campagnes d'avril à juillet 2018 et d'avril à juillet 2019 et occasionnellement en dehors de ces périodes. De plus nous avons recueilli des informations des donateurs d'échantillons (les pêcheurs amateurs) sur leurs captures réalisées (en quantité et en qualité).

En termes de représentativité du peuplement, l'effort d'échantillonnage permettait d'obtenir une bonne image de la richesse spécifique du peuplement piscicole de la région d'étude.

2.4 Identification et conservation des échantillons

Les poissons ont été pour la plupart identifiés in situ, une partie des poissons ont été relâchés vivants, certains individus ont été conservés dans de l'éthanol absolu à 75% pour des analyses ultérieures. Des spécimens du genre *Luciobarbus* ont été directement transférés dans des glacières au laboratoire afin d'étudier les différents aspects tel que la morphométrie. L'identification spécifique a été basée sur les clés fournies par AZEROUAL (2003), KOTTELAT & FREYHOF (2007) et BRAHIMI *et al.* (2018).

3. Méthodes d'analyse de la structure des peuplements

3.1 Descripteurs statistiques

Ce sont des mesures simples des communautés animales basés le plus souvent sur la théorie écologique des populations. Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance et l'occurrence des espèces. Ils permettent aussi de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 2006). Ces descripteurs statistiques sont largement utilisés dans les études quantitatives des peuplements. Ils permettent

de réaliser des analyses statistiques et constituent la base de calcul de nombreux autres indices plus complexes (GRALL et COÏC, 2005).

3.1.1 Abondance

-**L'abondance ou densité** d'une population est le nombre d'individus d'une espèce présents par unité de surface ou de volume. Ce paramètre est important pour la description de la structure d'un peuplement ; il varie aussi bien dans le temps et dans l'espace (RAMADE, 2003).

-**L'abondance relative** d'une espèce est fonction de la façon de partager des ressources naturelles dans son biotope, ses valeurs sont données par la formule suivante :

$$A(\%) = 100 * ni / N$$

Avec **ni** : Nombre d'individus de l'espèce *i* ; **N** : Nombre total d'individus.

3.1.2 Occurrence des espèces OU Fréquence d'occurrence

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (P_i) où l'on trouve l'espèce (*i*) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Elle est calculée par la formule suivante :

$$C (\%) = 100 * P_i / P$$

P_i : nombre de prélèvements où l'espèce *i* est présente **P** : nombre total de prélèvements. En fonction de la valeur de OC (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

- | | |
|--|-------------------------------------|
| - OC = 100% Espèce omniprésente. | - OC] 100 – 75] Espèce constante. |
| - OC] 75 – 50] Espèce très fréquente | - OC] 50 – 25] Espèce fréquente. |
| - OC] 25 – 5] Espèce accessoire. | - OC < 5 % Espèce rare. |

3.1.3 La richesse spécifique totale S

Elle est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. Elle représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (RAMADE, 2003). Cet indice S permet de distinguer des variations spatiales, avec des secteurs riches et des secteurs plus pauvres, et des variations temporelles avec des minimas et des maximas en fonction des saisons (GRALL et COÏC, 2005). La richesse taxonomique est fréquemment utilisée comme une variable qui intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité.

3.2 Traitement statistique

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale de l'ichtyofaune est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre. Certains d'entre eux, comme la nature du substrat, la vitesse du courant, la hauteur de l'eau sont habituellement considérés comme facteurs écologiques susceptibles d'influencer directement la répartition des espèces.

Les principales méthodes statistiques multivariées utilisées dans ce travail s'appuient sur le test de corrélation de Pearson entre les variables, l'analyse en composantes principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

3.2.1 Corrélation de Pearson

Le coefficient de Pearson est un indice reflétant une relation linéaire entre deux variables continues. Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1, 0 reflétant une relation nulle entre les deux variables, une valeur négative (corrélation négative) signifiant que lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue ; tandis qu'une valeur positive (corrélation positive) indique que les deux variables varient ensemble dans le même sens

Tableau 3. : Significativité du coefficient de correction r.

Quantité de r	Force de la corrélation
$0.0 < 0.1$	pas de corrélation
$0.1 < 0.3$	faible corrélation
$0.3 < 0.5$	corrélation moyenne
$0.5 < 0.7$	corrélation élevée
$0.7 < 1$	corrélation très élevée

3.2.2 Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales est une méthode dite factorielle d'analyse des données qui cherche à synthétiser l'information contenu dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Elle sert à mettre en évidence des similarités ou des oppositions entre variables et à repérer les variables les plus corrélées entre elles. L'ACP consiste à remplacer une famille de variable par de nouvelles variables de variance maximale, non corrélées deux à deux et qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Ces

nouvelles variables, appelées composantes principales, définissent des plans factoriels qui servent de base à une représentation graphique plane des variables initiales.

L'analyse en composante principale est très utilisée pour la description des caractéristiques physico-chimiques (CARREL *et al.*, 1986).

3.2.3 Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), méthode d'ordination largement utilisée, fournit des scores factoriels qui peuvent être cartographiés (DOLEDEC & CHASSEL, 1991).

L'analyse factorielle des correspondances consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique. L'AFC permet d'ordonner les valeurs du tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution (THIOULOUSE & CHASSEL, 1997). La représentation utilisée est celle des plans formés par deux axes orthogonaux représentant un maximum de variance pour l'analyse (ce sont les deux ou trois premiers axes qui sont souvent utilisés).

L'AFC réalisée à partir des abondances des espèces aide à déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupe (HILL, 1974).

3.2.4 Classification Ascendance Hiérarchique (CAH)

La classification hiérarchique consiste à regrouper dans un même ensemble les données qui ont un degré de similarité significatif. La mesure de la similarité se fait selon les distances euclidiennes et l'agrégation en fonction de la méthode de Ward (du moment d'ordre 2) sous forme d'un dendrogramme.

La classification ascendante hiérarchique consiste à regrouper dans un même ensemble les données qui ont un degré de similarité significatif.

L'utilisation des logiciels Statistica, Stat-Box et Mini Tab ont permis de réaliser les différentes représentations graphiques des analyses multivariées (ACP, AFC et CAH)



Figure 34. Récolte du matériel biologique par la méthode de pêche électrique



Figure 35. Pêche au filet maillant



Figure 36. Démaillage des poissons

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Caractérisation de la qualité de l'eau

Afin de caractériser la qualité physico-chimique de l'eau des hydrosystèmes de la zone d'étude, nous avons rapporté les valeurs correspondantes à plusieurs paramètres clés donnant une image fidèle de cette qualité de l'eau. La variation spatiale des stations explorées différentes par leurs typologies, nous a permis de mettre la lumière sur les éventuelles variations entre ces stations.

1.1. Qualité physicochimique

L'analyse des paramètres physico-chimiques procure en partie une appréciation de la qualité des eaux de surface et des conditions écologiques de la vie des organismes aquatiques. Ces paramètres changent dans le temps sous l'effet de facteurs naturels (climatiques, hydrologiques) et anthropiques (rejets urbains et industriels)

La qualité physico-chimique a été suivie par des mesures ponctuelles. Notre intérêt s'est porté sur les moyennes dans le but homogénéiser les données.

Il est à signaler les conditions de prélèvement, exceptionnelles n'ont pas permis de réaliser un suivi régulier des prélèvements d'échantillons. Les analyses effectuées durant les compagnes d'échantillonnages sont exprimés par la moyenne et l'écart-type sur le **tableau 1**.

Pour ces analyses ne sont considérés que les stations des cours d'eau. Les Barrages et les retenues collinaires sont exclus de ces analyses

1.1.1. Température de l'eau (T °C)

La température de l'eau est un facteur écologique primordial qui dépend essentiellement de la température de l'air. Les milieux aquatiques continentaux subissent des variations de température normale, au gré des fluctuations climatiques. Ces variations se produisent lors des cycles saisonniers. Mais peuvent aussi s'observer à l'échelle de la journée. Les fluctuations saisonnières conduisent à des températures minimales en hiver ou durant les périodes humides et atteignent leurs valeurs maximales en été lors de saison sèches.

La **figure 40**. Présente la variation spatiale de la température moyenne dans les différentes stations d'étude. Les températures oscillent entre une valeur minimale de 16°C à la station OG3 (affluent de l'oued Bougdoura) et une valeur maximale de 21,6°C à la station BS2 (aval de l'oued Sébaou). Ces valeurs limites ne sont pas extrêmes sachant que il n'y a pas eu de relevés lors des mois les plus froids (Décembre et Janvier) ou les plus chauds (juillet et août) de la région. Les résultats montrent que la température ne suit pas une variation spatiale pour la totalité des milieux prospectés. Elle varie très peu d'une station à l'autre et d'un cours d'eau à l'autre. Les valeurs moyennes les plus élevés ($T^{\circ} \geq 20^{\circ}\text{C}$) ont été enregistrés dans les stations de l'oued Sébaou (s.s). La

forte insolation au niveau de la vallée, l'absence d'ombrage le long des cours d'eau et les faibles débits sont à l'origine de ces fortes températures.

Les faibles températures sont enregistrées dans les affluents alimentés en grande partie par les sources et coulent dans des petites vallées encaissées, à l'ombre d'une ripisylve (T° moyenne de l'eau $< 17^\circ\text{C}$). Ceci apparaît nettement pour les stations OG3 (oued Bougdoura), OS3, OS4 (assif Ouadhias), OS5, OS6 (sous bassin de l'oued Aissi), OH1, OH2 (sous-bassin de l'oued Boubhir).

D'une manière générale, la température de l'eau est fortement influencée par les conditions environnementales liées à la situation géographique de la localité, la géologie des terrains traversés, l'hydrologie de l'écosystème et du climat régnant.

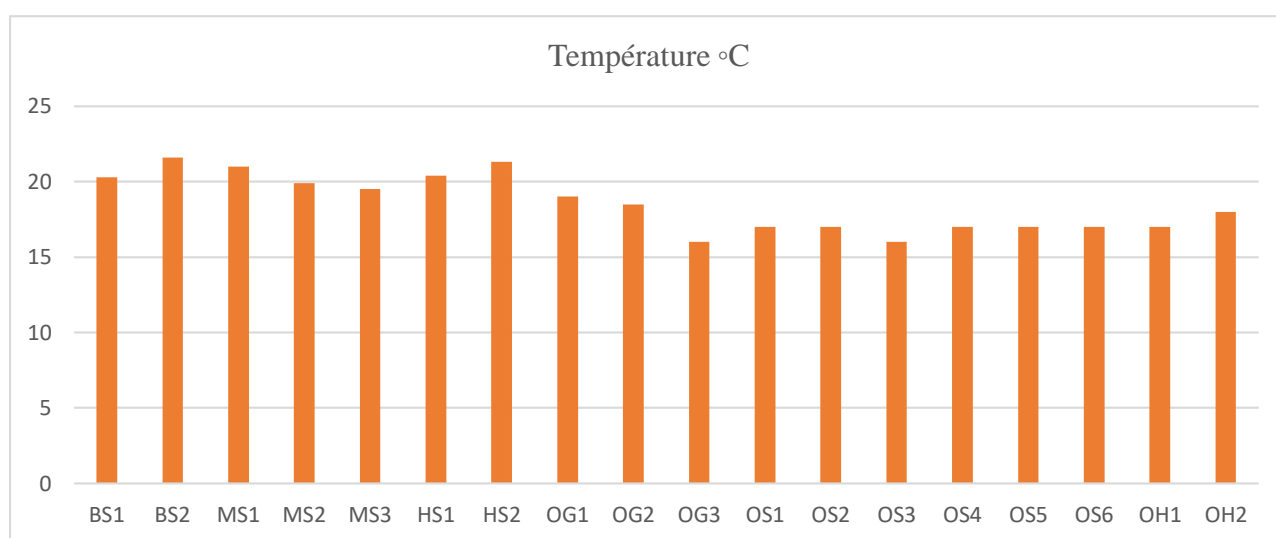


Figure 40. Variations des températures dans les différentes stations.

1.1.2. La Conductivité électrique

La conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. Elle est fonction de la température, plus importante lorsque la température augmente.

Les mesures de la conductivité ont donné des valeurs élevées de la minéralisation (supérieur à $450 \mu\text{s/cm}$), ce qui traduit la nature calcaire ou marneuse des terrains des bassins versants. La conductivité électrique augmente en général d'amont en aval. Elle atteint sa valeur maximale dans les stations situées dans les parties inférieures des cours d'eau. Cas des stations de l'oued Sébaou (s.s) dont les valeurs se situent entre 750 et $936 \mu\text{s/cm}$. En effet, les stations de plaines à faible pente, affectées par les rejets anthropiques et le lessivage des terres agricoles représentent des zones de dépôt des éléments minéraux charriés par les eaux, ce qui fait augmenter leurs minéralisation

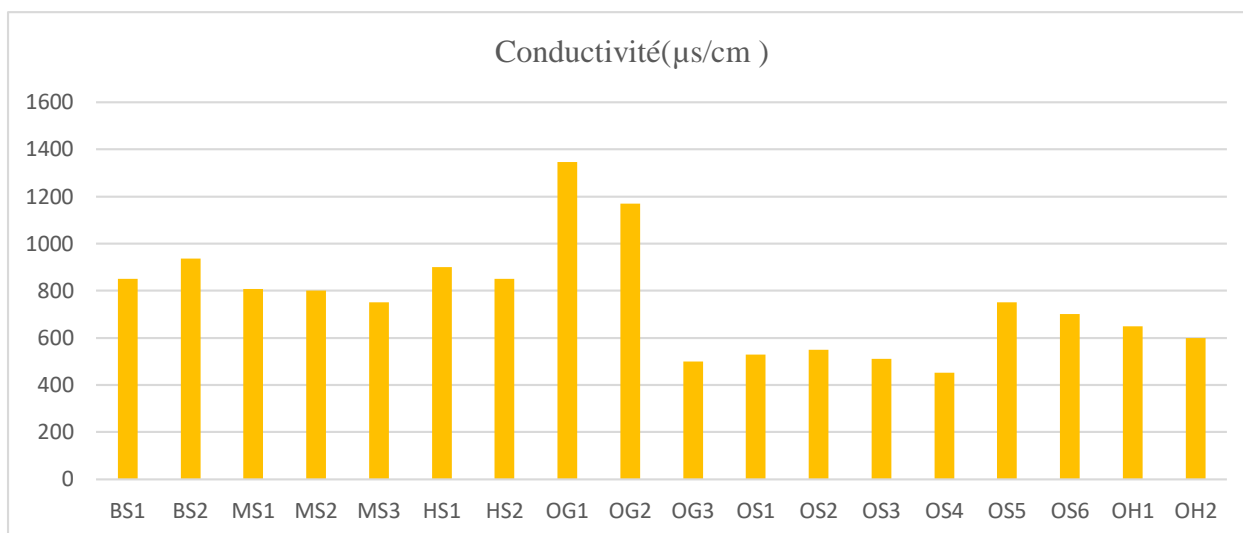


Figure 41. Variations des valeurs de la conductivité dans les différentes stations.

1.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant de l'eau. Sa valeur dans l'eau représente son acidité ou son alcalinité. Il a un rôle dans la distribution des organismes (PETRIN et al., 2007). Les modifications du pH peuvent entraîner une augmentation ou une diminution de l'activité des organismes et de la toxicité des substances toxiques présente dans l'eau.

Les valeurs enregistrées dans nos stations vont de 7,7 (Station BS2, aval oued Sébaou) à 8,3 (Station OS3, assif n'Chbel) (Fig 42). Ceci montre que les eaux sont légèrement alcalines et reflètent la nature calcaire des terrains traversés. Ce paramètre peu variable d'une station à une autre et partout favorable à une vie aquatique animale.

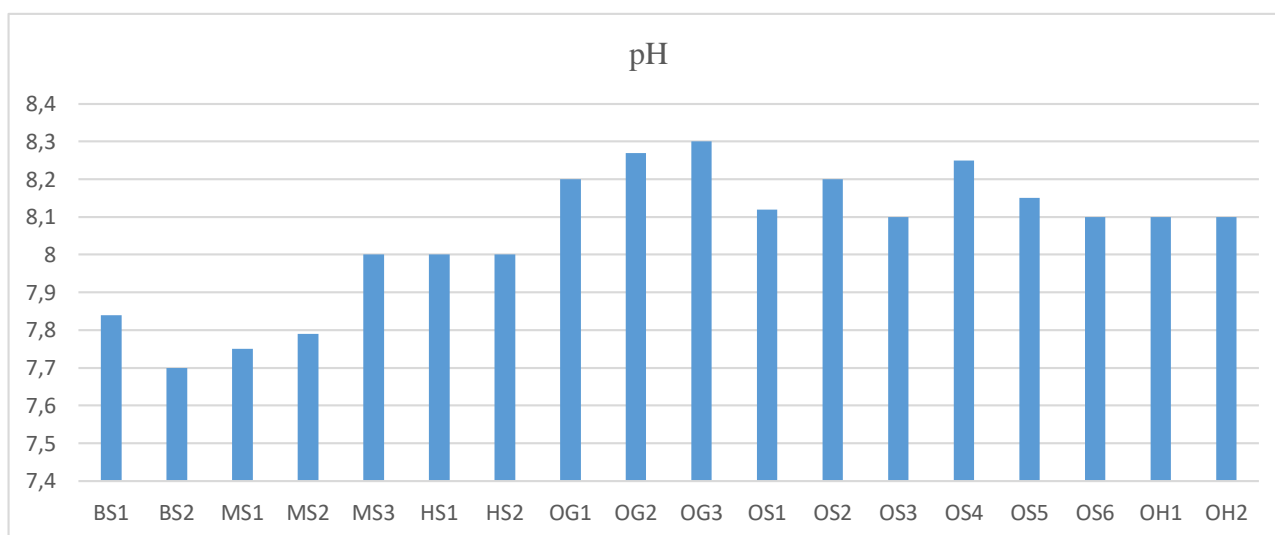


Figure 42. Variations des valeurs du pH dans les différentes stations

1.1.4. L'Oxygène dissous

L'oxygène est un paramètre pertinent dans l'évaluation de la qualité des eaux. Il est l'un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa qualité présente dans un milieu récepteur est un indice important lié à l'activité biologique du milieu. L'oxygène est faiblement soluble dans l'eau, cette solubilité diminue avec la température et la salinité mais augmente avec la pression (DAJOZ, 1982).

Les moyennes des taux d'oxygène dissout relevées sont variables d'une station à l'autre. Elles oscillent entre un maximum de 8,18 mg/l (station OS4, affluent de l'oued Boudoura) et un minimum de 5,1mg/l (station BS2, aval de l'oued Sébaou). Dans presque toutes les stations, l'O2 dissous à des concentrations comprises entre 7 et 8 mg/l, valeur normale pour les eaux courantes à vitesse moyenne à assez élevée et à température relativement fraîche (**Figure 43**). Les niveaux les plus faible d'oxygène sont enregistrés dans les stations BS2, OG1 et OG2 et à un degré moindre aux stations OS5 et OS6. La plupart de ces stations (principalement BS2, OG1 et OG2) sont perturbées par les activités anthropiques. Elles représentent une charge importante en matière organique et/ou une réduction de la végétation aquatique qui contribue grandement aux apports d'oxygène.

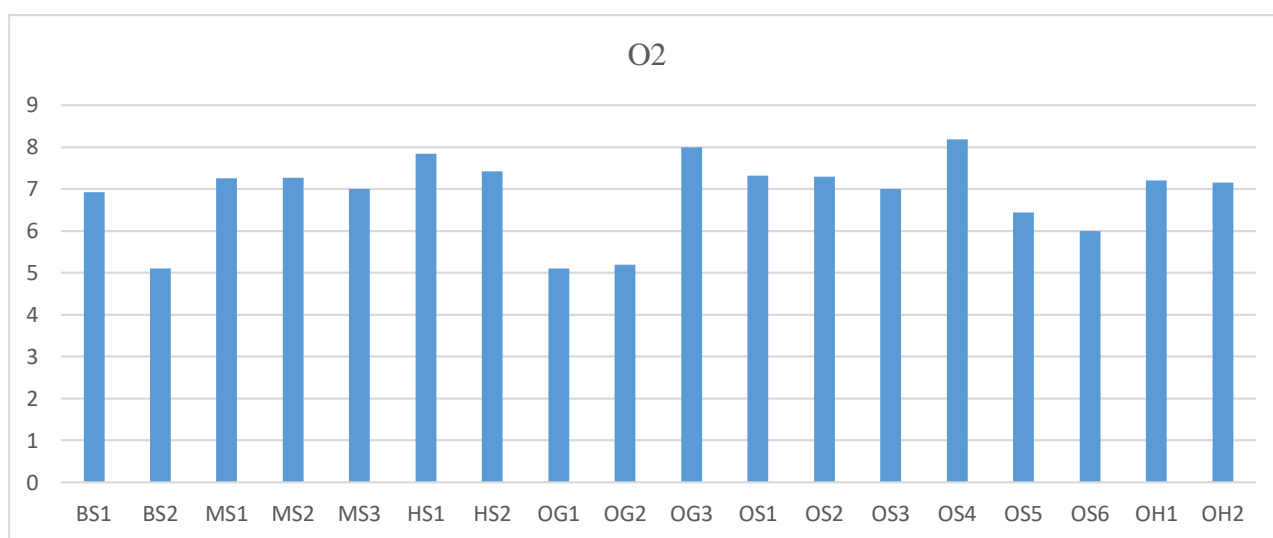


Figure 43. Variations des valeurs de l'oxygène dissous dans les différentes stations

1.1.5. La Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (particules organiques diverses, d'argile de colloïdes, de plancton...)

Les valeurs de la turbidité obtenus (**Figure.44**) sont relativement élevés, elles augmentent généralement d'amont en aval. En période de basses eaux, elles atteignent leur valeur maximale dans les stations situées dans les parties inférieures des cours d'eau. Les plus fortes valeurs (turbidité ≥ 40 NTU) sont mesurées dans les stations aval de l'oued Sébaou (BS1, BS2, MS1, MS2, MS3) affecté par les rejets anthropiques. Les valeurs de 10 à 15 NTU se rencontrent dans les cours d'eau du sous bassin du Bougdourra (OG1, OG2). Ceci peut être dû d'une part aux rejets domestiques (agglomérations) et au lessivage des terres agricoles. Dans les autres stations les valeurs de turbidité obtenues sont pour la plupart inférieures à 5 NTU indiquant une bonne situation de la qualité des eaux de surface (**annexe norme turbidité**)

En dehors des stations où sont relevés les plus faibles valeurs de turbidité, la plupart des stations montrent en période d'étiage une pellicule periphytique plus au moins épaisse due à la richesse des eaux en matières nutritives et à leur température généralement élevée.

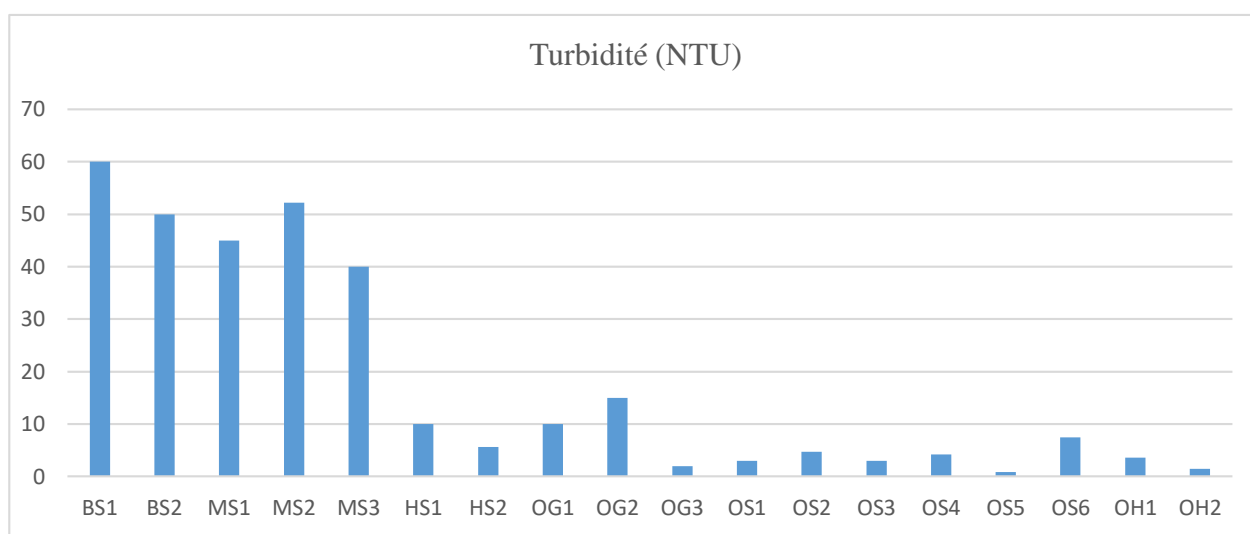


Figure 44. Variations des valeurs de turbidité dans les différentes stations.

1.1.6. Ammonium (NH_4^+)

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote. Dans les eaux de surface il peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale, les rejets industriels et les engrais. Les effluents domestiques (urée) représentent la plus importante source de pollution. Le NH_4^+ traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Sa présence en grande quantité indique généralement une contamination récente par les matières organiques en décomposition. Ce paramètre est souvent utilisé comme traceur des eaux usées domestiques (RODIER, 1996).

Les teneurs en NH_4^+ sont toutes comprises entre 0,01 et 1,4 mg/l avec la majorité des valeurs inférieures ou égales à 0,3 mg/l (**Figure.45**). Elles sont de loin inférieures aux valeurs

maximales admissibles des eaux potables (taux $\leq 0,5$ mg/l). Les quatre valeurs les plus élevées ont été relevées dans le secteur aval de l'oued Sébaou (stations BS1 : 0,8 mg /l, BS2 : 1,4 mg/l, MS1 : 1,2mg/l, MS2 : 0,8mg /l). Signalons cependant que par passage de l'eau dans le sol, et sous l'influence de certaines bactéries, l'azote ammoniacal se transforme en azote nitreux pas en azote nitrique

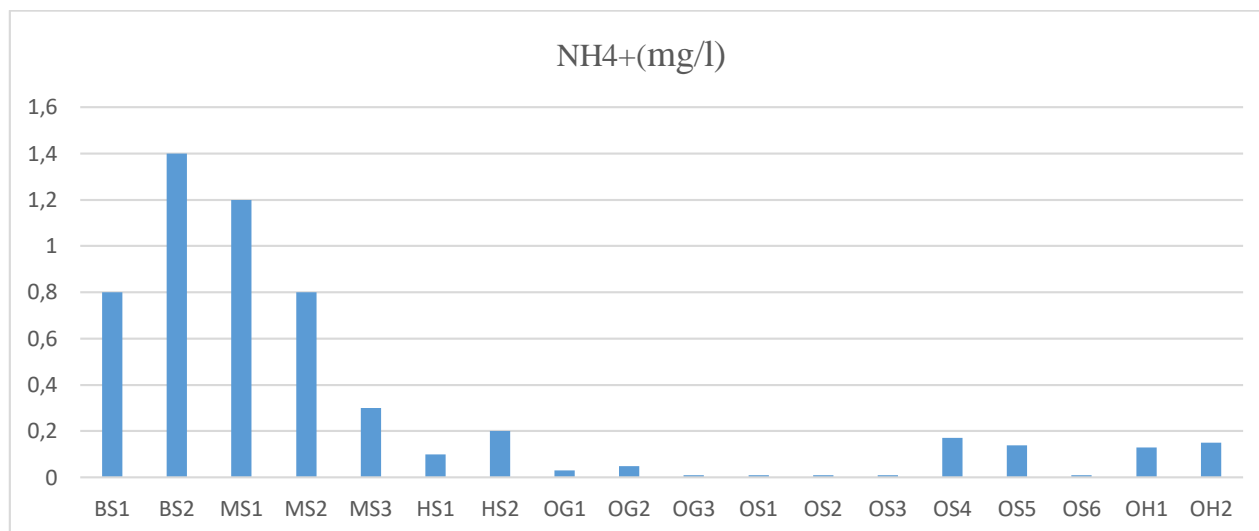


Figure 45. Variations des valeurs de NH⁴⁺ dans les différentes stations.

1.1.7. Nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH₄⁺) et les nitrates (NO₃⁻). Le NO₂⁻ est le plus toxique des formes minérales. Il est très réactif et s'oxyde très rapidement dans le milieu naturel. Les nitrites se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir de 1mg/l de NO₂ (NISBET et VERNAUX, 1970).

Les concentrations moyennes des nitrites relevés varient entre un minimum de 0,03 mg/l à la station OG2 et un maximum de 0,207mg/l à la station BS1. Les six valeurs les plus élevées (entre 0,11mg/l et 0,207mg/l) ont été relevés dans la vallée du Sébaou (dans les stations de zone d'activités agricole et industrielle et en aval des foyers de pollution (rejets domestiques) : HS2, MS3, MS2, MS1, BS2, BS. Elles sont le siège d'une pollution de type organique (NO₂>0,1mg/l).

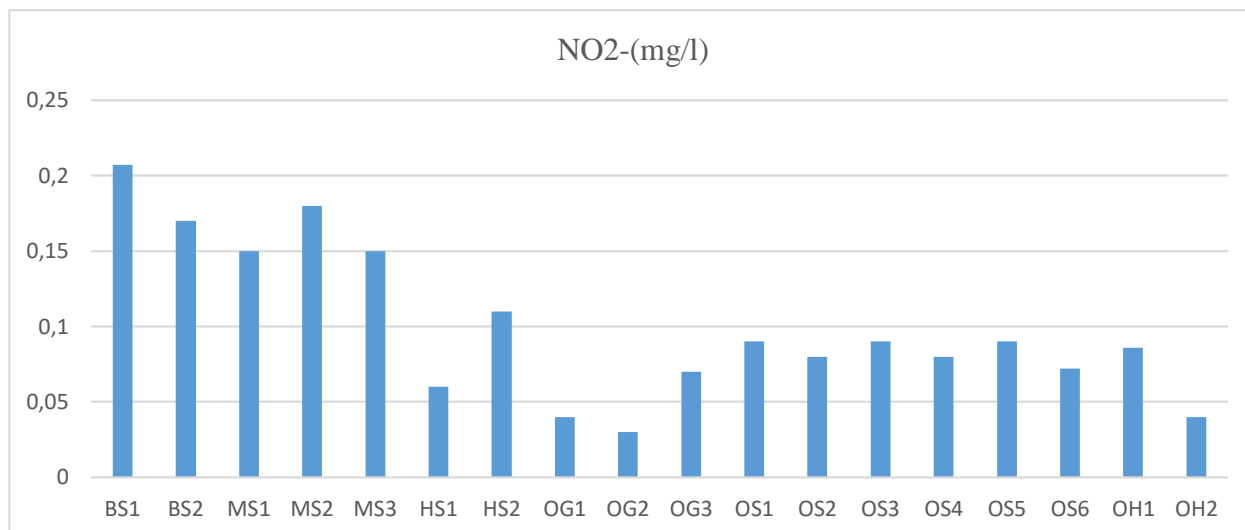


Figure 46. Variations des valeurs de NO₂⁻ dans les différentes stations

1.1.8. Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates se trouvent dans les couches superficielles du sol, elles peuvent provenir de la minéralisation des matières organiques azotées, des sols agricoles et des rejets domestiques ainsi que de l'épandage des engrais ammoniacaux (RODIER, 1984). Ils sont facilement absorbés par les plantes aquatiques et les algues (CELLAMARE, 2009)

Les teneurs moyennes en NO₃⁻ enregistrées sont toutes entre 0,98 et 6,1 mg/l avec une majorité de valeurs inférieures à 5mg/l. Les concentrations maximales sont enregistrées dans les stations de l'oued Sébaou (BS1 : 4,08mg/l, BS2 : 5,1mg/l, MS2 : 3,09mg/l, HS1 : 5,1mg/l, HS2 : 6,1mg/l) et de l'aval de l'oued Bougdoura (OG1 : 4,5mg/l). Dans ces localités, les activités agricoles, les rejets d'eau usées des agglomérations concourent simultanément à la dégradation de la qualité des eaux

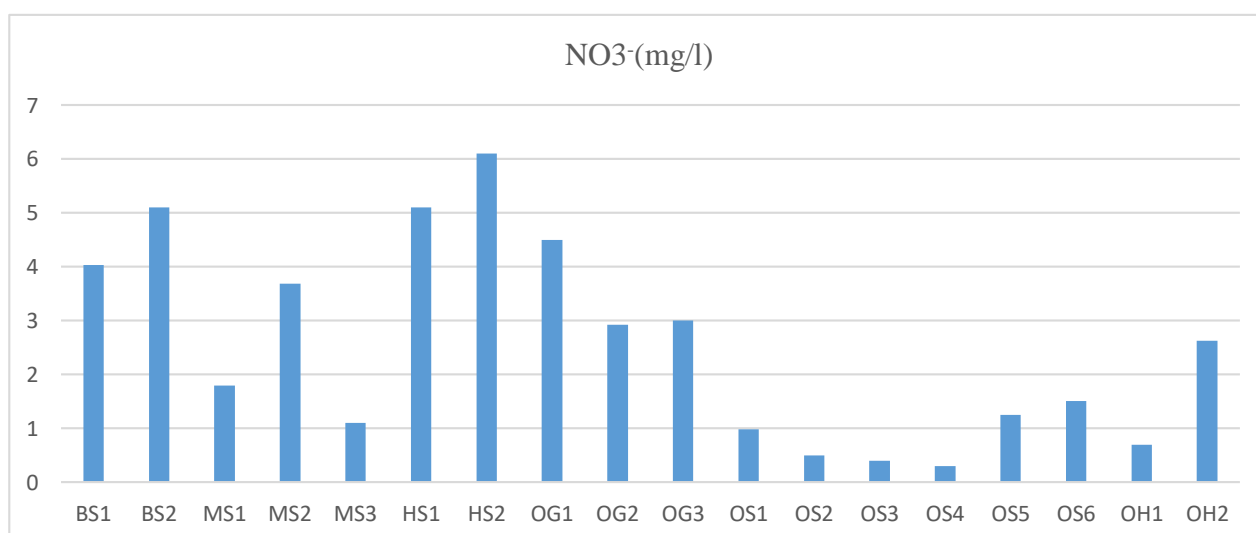


Figure 47. Variations des valeurs de NO₃⁻ dans les différentes stations.

1.1.9. Phosphate (PO_4^{3-})

Les phosphates font parties des anions facilement fixés par le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique et aux rejets urbains. Des teneurs supérieures à 0,5 mg/l constituent un indice de pollution (RODIER, 1996). Ils peuvent entraîner l'eutrophisation des plans d'eau. Ils favorisent habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques.

Les valeurs mesurées oscillent entre 0,03 mg/l (station OS1) et 1,4mg/l (station HS2). Les valeurs moyennes maximales sont enregistrées aux stations de la vallée du Sébaou HS2 (1,4mg/l), BS2 (1mg/l), MS3 (0,9mg/l) et à un degré moindre aux stations du sous bassin de Boubhir OH1 (0,75mg/l) et OH2 (0,7mg/l). (Fig.48) Ces fortes valeurs sont vraisemblablement liées aux activités agricoles, les rejets d'eaux usées des agglomérations ainsi qu'à l'utilisation irrationnelle des engrais phosphatés en agriculture.

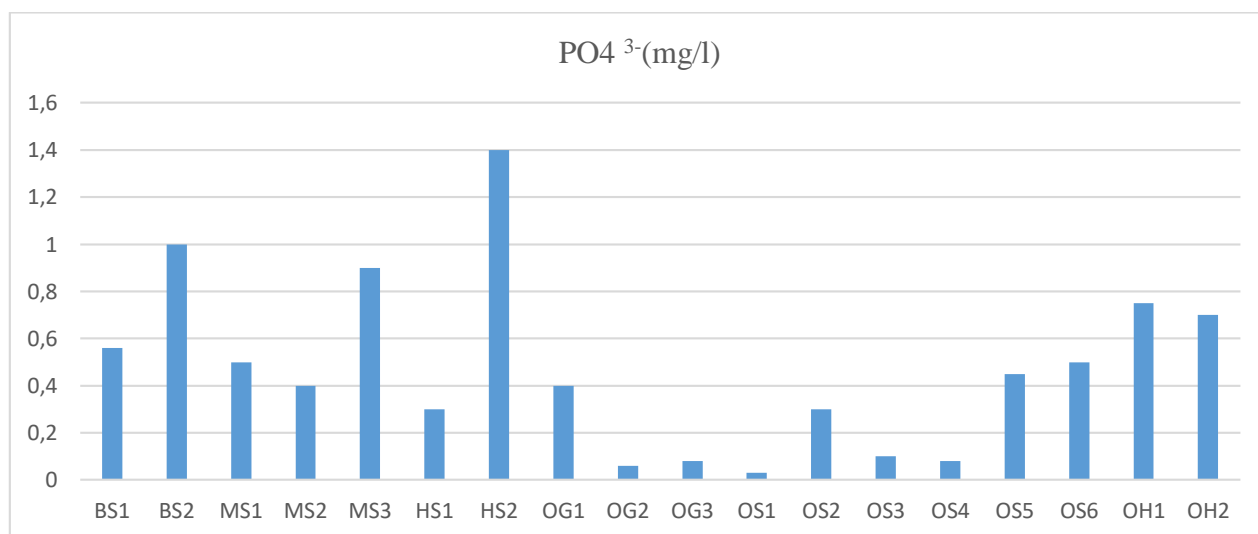


Figure 48. Variations des valeurs de PO_4^{3-} dans les différentes stations.

1.1.10. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Leur teneur et leur composition sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, du régime d'écoulement et de la nature des rejets (RODIER et al., 2009).

Les teneurs en matières en suspension (MES) mesurées dans les stations vont de 4mg/l (station OS2, OS4, OS6) à 60 mg/l (station BS1). Elles révèlent une bonne situation des eaux : classe de qualité des eaux de ``bonne`` à ``moyenne`` selon l'échelle proposée par NISBET et VERNEAUX (1970). Les fortes valeurs des MES sont relevées dans les stations du moyen et du bas Sébaou (BS1, BS2, MS1, MS2, MS3) et à un degré moindre dans les stations du sous-bassin

du Bougdoura (station OG1, OG2) : cours d'eaux perturbés par les rejets anthropiques (eaux usées, déchets solides) et le lessivage des soles.

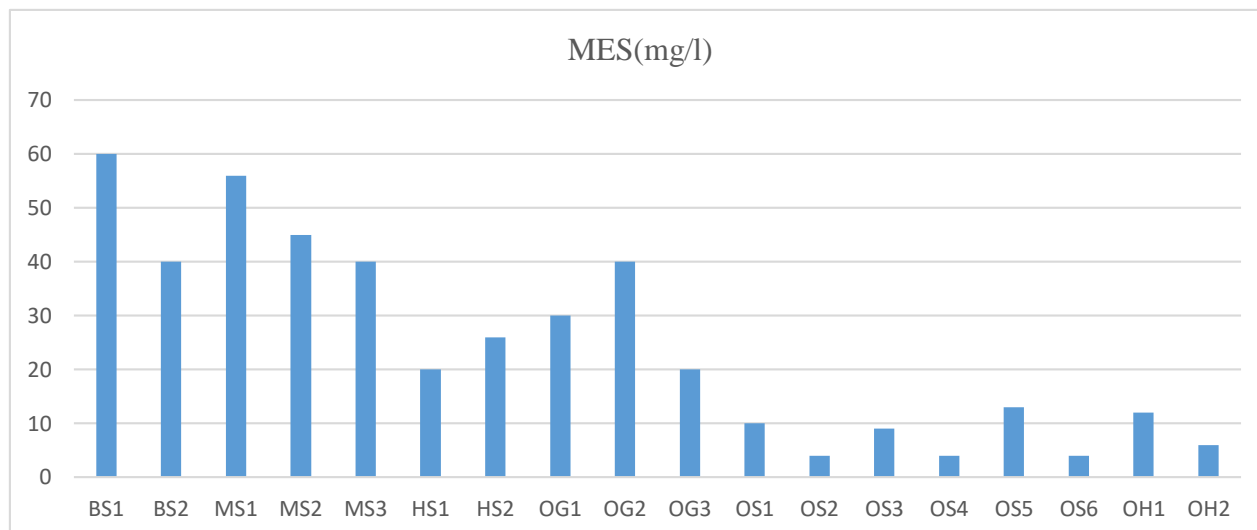


Figure 49. Variations de la matière en suspension dans les différentes stations.

1.1.11. Chlorures (Cl⁻)

Les chlorures des eaux ont généralement des teneurs variées. Elles sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Elles peuvent également provenir d'une pollution organique par les pesticides organochlorés et les détergents (RODIER, 1995). Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux, jouant un rôle dans la respiration et la photosynthèse donc ils peuvent être des facteurs limitant (GAUJOURS, 1995).

Les teneurs en chlorure varient entre 2,3 et 271,5 mg/l. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans les stations de l'oued Sébaou et de l'Oued Bougdoura, elles dépassent les 100mg/l. Ces fortes teneurs peuvent expliquer d'une part par les rejets urbains (Eaux usées brutes) et industrielles, et par la nature des terrains traversés (sols salés) d'autre part.

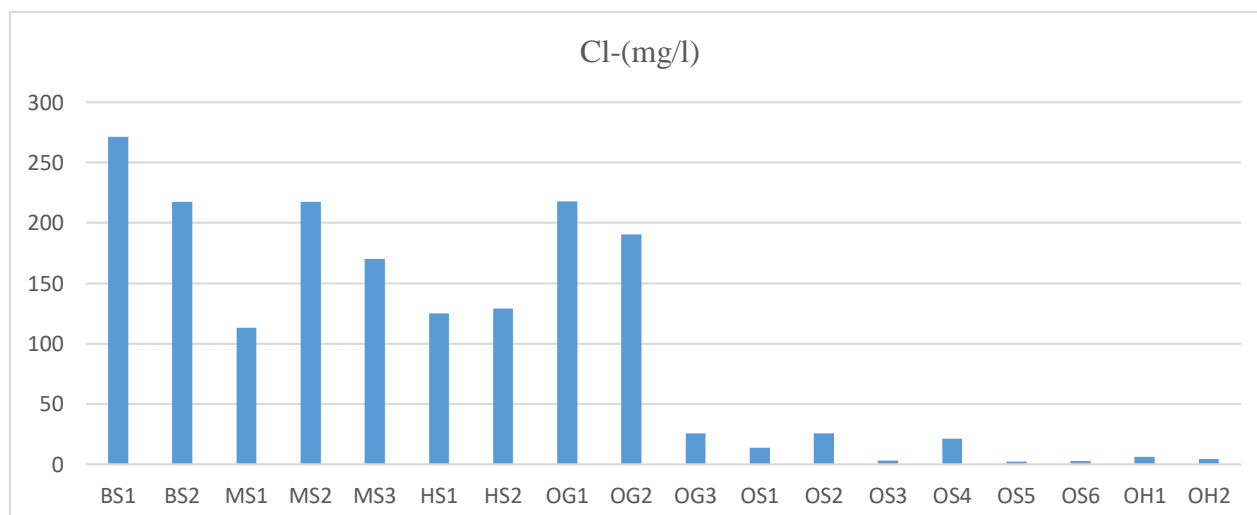


Figure 50. Variations des valeurs de Cl⁻ dans les différentes stations.

1.1.12. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un élément principal de la dureté de l'eau. Il est très réparti dans la nature en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Sa nature varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (RODIER et al, 2009).

Les teneurs moyennes en calcium relevées varient entre 6mg/l (station MS2) et 86,6 mg/l (station OS3). Les concentrations moyennes maximales sont obtenues aux stations OG3, OS1, OS2, OS3, OS4, OS6 et OH2, elles dépassent les 50mg/l et les minimales dans les stations de l'oued Sébaou. Les fortes en calcium sont en rapport avec la prédominance des terrains calcaire dans le bassin versant du Sébaou (chaîne calcaire du Djurdjura).

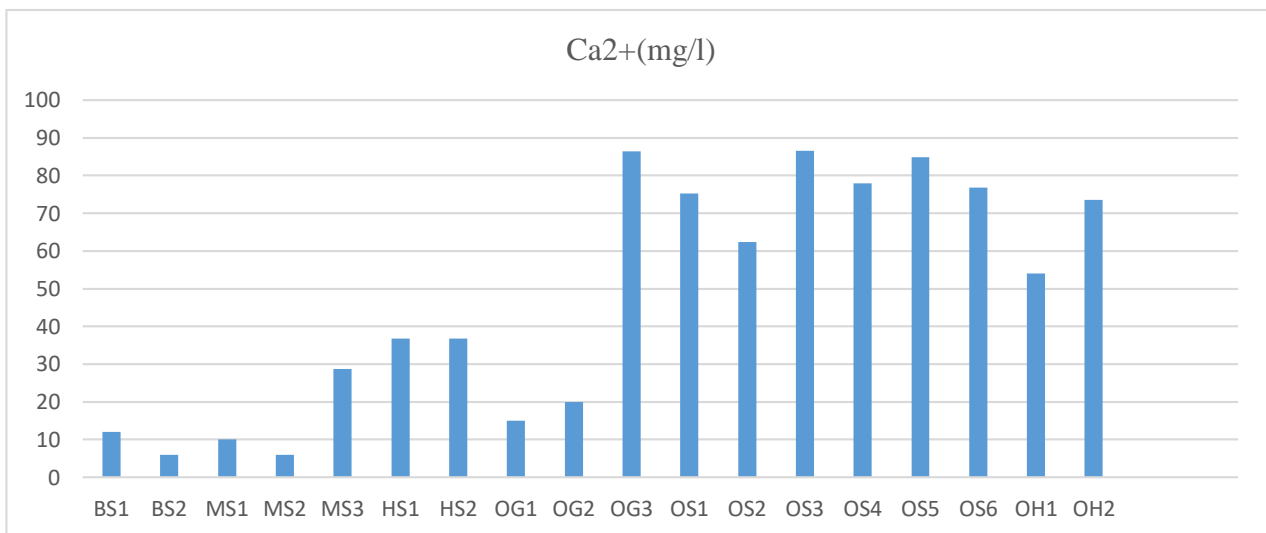


Figure 51. Variations des valeurs de Ca^{2+} dans les différentes stations.

1.1.13. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Il joue un rôle primordial dans la respiration et la photosynthèse dont il peut être un facteur limitant. Sa grande solubilité et sa large utilisation industrielle font que ses teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à plusieurs centaines de milligrammes par litre. Les valeurs élevées en magnésium peuvent être toxiques pour les organismes aquatiques.

Les teneurs moyennes en magnésium enregistrées évoluent de la même façon que celles du calcium, variant entre 6 et 20,4 mg/l. Les valeurs extrêmes sont enregistrées dans les stations OG3 (20,4mg/l) et BS2 (6mg/l). Les concentrations de l'ion magnésium sont essentiellement dues à la présence de calcaire dolomitique dans le bassin versant du Djurdjura.

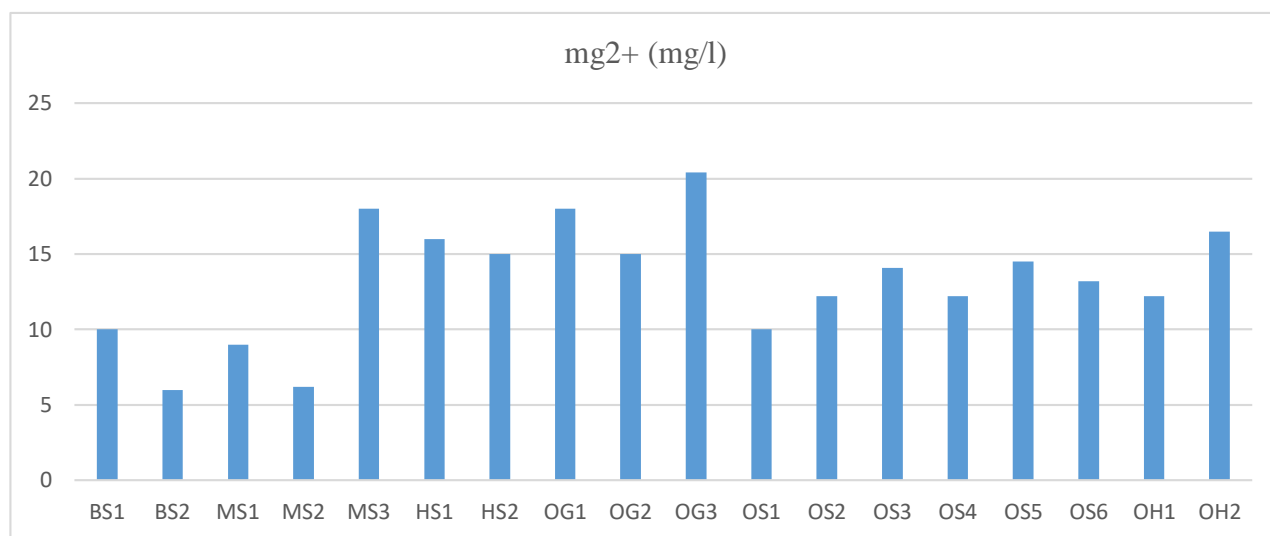


Figure 52. Variations des valeurs de mg^{2+} dans les différentes stations

2. Analyse statistiques et interprétations

Afin d'obtenir une description la plus objective possible de nos données en mettant l'accent sur les facteurs significatifs, à l'étude qualitative classique nous avons associés diverses méthodes qualitatives d'analyses de données : Corrélation de Pearson, ACP, Classification ascendante hiérarchique.

2.1. Corrélation de Pearson

Le coefficient de corrélation de Pearson des 13 paramètres physico-chimiques étudiés a été calculé afin d'évaluer la relation entre ces différents paramètres en tenant compte des paramètres explicatifs (**Tableau 4.**). Les coefficients de corrélation de Pearson les plus significatifs (Valeur $P < 0.05$) sont représentés en gras. Les résultats laissent apparaître de forts coefficients de corrélation de plus de 0.60 entre 12 paramètres physico-chimiques, seul le PO_4^{3-} se singularise avec un coefficient de corrélation de moins de 0.5. Les valeurs des faibles coefficients de corrélation ne sont pas prisent en considération lors de l'interprétation.

La matrice de corrélation de Pearson obtenue montre une corrélation très significative entre la conductivité électrique et les chlorures ($r = +0.75$), les NO_3^- ($r=0.64$), l' O_2 dissous ($r=-0.73$) et le Ca^{2+} ($r=-0.74$). La conductivité est proportionnelle à la minéralisation de l'eau, ainsi plus l'eau est riche en éléments minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée (DERWICH et al, 2010). En effet, les activités anthropogéniques réalisées au voisinage des cours d'eau influence largement la conductivité des eaux des rivières. Une corrélation positive et significative est observé entre les MES et la turbidité ($r = 0.88$), ce qui indique une présence importante de solides inorganique dissous

et / ou en suspension due aux rejets anthropiques (Eaux usées, déchets solides) et le lessivage des sols.

Les nitrites sont positivement corrélées avec les NH_4^+ ($r= 0.78$). Cela est dû vraisemblablement au phénomène de la décomposition de la matière organique. De plus, les nitrites ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant (NISBET et VERNAUX, 1970), et dans les conditions aérobies les nitrites seront transformées en nitrates assimilable par les végétaux.

Il existe une corrélation très significative entre la température et le pH et la majorité des autres paramètres physico-chimiques. En effet, l'évolution spatiale de la température peu de différences significatives ont été observées pendant la période d'étude. Quant au pH, les valeurs enregistrées sont légèrement alcalines, ceci est dû au substrat calcaire des formations géologique du bassin versant, riche en carbonates qui permettent de tamponner les eaux.

Tableau 4. Matrice de corrélation des paramètres mésologiques et physico-chimiques étudiées

	Temp	pH	Cond	O2	MES	Turb	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	Alt	Dist
pH	-0.8	1													
Cond	0.59	-0.2	1												
O2	-0.2	0.09	-0.7	1											
MES	0.75	-0.7	0.56	-0.3	1										
Turb	0.71	-0.8	0.32	-0.2	0.88	1									
NH_4^+	0.72	-0.9	0.21	-0.2	0.73	0.86	1								
NO_2^-	0.54	-0.8	-0	0.08	0.66	0.86	0.78	1							
NO_3^-	0.74	-0.4	0.64	-0.3	0.48	0.32	0.34	0.16	1						
PO_4	0.45	-0.3	0.31	-0.3	0.15	0.12	0.2	0.23	0.36	1					
Ca^{2+}	-0.9	0.67	-0.7	0.4	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.6	-0.3	1				
Mg^{2+}	-0.4	0.69	0.05	0.1	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0	-0	0.39	1			
Cl^-	0.78	-0.6	0.75	-0.4	0.86	0.78	0.57	0.51	0.67	0.21	-0.9	-0.3	1		
Alt	-0.8	0.71	-0.7	0.37	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.3	0.89	0.45	-0.8	1	
Dist	-0.7	0.71	-0.6	0.41	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.4	-0.1	0.86	0.52	-0.9	0.8	1

2.2. Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimique (ACP)

L'étude des changements spatiale des facteurs physico-chimiques du milieu mesurés au cours de la période d'étude a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP) pour tenir compte de l'hétérogénéité des variables en dispersion et d'autre part pour mieux évalué l'effet des activités anthropiques sur la qualité des eaux superficielles. L'ACP a été appliqué sur 15 variables correspondant aux paramètres physico-chimiques et 18 observations correspondant aux stations des cours d'eau. Cette analyse fait apparaître clairement et dans l'espace des deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2) :

- Les relations entre variables d'une part ;
- la distribution des stations compte tenu de l'ensemble de leurs caractères physico-chimiques.

Les deux premiers facteurs significatifs (**Figures : 53, 54, 55**) prennent en compte 75.18% de la variance totale (F1 : 56.44% ; F2 : 18.74%)

La projection des vecteurs figurants les variables (Figure.54) dans le plan des facteurs 1 et 2 montre que les relevés physico-chimiques sont ordonnés selon un gradient orienté grossièrement amont-aval (en fonction de la distance à la mère et de l'altitude) ; et que ces variables se répartissent en deux groupes :

- L'ensemble des variables [Cl⁻, Température, Matières en suspension, Turbidité, NH₄⁺, NO₂⁻] qui sont fortement liés avec l'axe 1 en position positive qui croissent de l'amont ver l'aval, ainsi que [Ca²⁺, pH, Mg²⁺] bien représentés dans le plan F1-F2 (extrémité des vecteurs proches du cercle de corrélation) position négative qui décroissent de l'amont ver l'aval.
- Les variables conductivité, NO₃⁻ corrélées avec l'axe 2 (en position positive) et l'O₂ dissous (en position négative) ; Les PO₄³⁻ ne présente pas de liaison significative avec les axes 1 et 2

L'ACP ayant fourni un résumé de l'ensemble des données, une classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisé sur la base des résultats de l'ACP visualise bien les relations entre les variables pour l'ensemble des stations (Figure.56) qui nous a permis de les scinder en deux grands groupes :

- Groupe 1 : comprend les paramètres physico-chimiques et de pollution. Il est scindé en deux sous-groupes
 - Sous-groupe **1a** comprend les paramètres Temp, Cl⁻, NH₄⁺ et les NO₂
 - Sous-groupe **1b** comprend la conductivité et les NO₃⁻
- Groupe 2 comprend les paramètres de minéralisation globale Ca²⁺, Mg²⁺ et le pH. La position spatiale du vecteur représentatif de la température (Figure.54) s'explique par une relative stabilité de la température par station assez peu différentes (moy min 16°C- moy max 22°C) quelle que soit la période des relevés. Le pH légèrement alcalin varie peu (6.7-8.3). L'alcalinité résulterait

de l'utilisation du CO_2 lors de la photosynthèse qui s'accompagne de la précipitation des carbonates insolubles

Très significativement corrélées à l'axe 1, Les MES et la turbidité varient respectivement (4mg/l à 60 mg/l) et (0.91 NTU à 60 NTU). Elles croissent progressivement et lentement de l'amont vers l'aval, ce qui témoigne de l'influence de la pollution organique en liaison avec les rejets domestiques et/ ou industrielles. De même très liée à l'axe 1 la variable chlorure voit sa valeur croître de l'amont vers l'aval, elle traduit une pollution particulière à la fois rurale et urbaine.

Au niveau des nitrites, nitrates, ammoniac et phosphates, une pollution forte apparaît à partir de la station HS2 jusqu'à la station BS1 (vallée du Sébaou) du fait de l'usage d'engrais azotés et phosphatés et des rejets urbains (effluents, polluants, détergents....).

Très significativement corrélée à l'axe 2, la conductivité varie de (453 à 1347 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Elle croît progressivement de l'amont vers l'aval. Elle devient très significative aux stations aval de l'oued Bougdourra (OG1, OG2) et le long de la vallée du Sébaou et le long de la vallée du Sébaou où la minéralisation est plus forte

Le Ca^{2+} et le Mg^{2+} varient respectivement Ca^{2+} (6 mg/l à 86.6mg/l), Mg^{2+} (6mg/l à 20.4mg/l). Elles décroissent de l'amont vers l'aval. Les fortes concentrations de ces deux éléments sont en rapport avec la prédominance des terrains calcaires dans le bassin versant du Sébaou. Quant à l'oxygène dissous, il ne semble pas présenter de liaison très significative avec les axes 1 et 2. Sa position spatiale s'explique par sa relative stabilité avec des moyennes par stations assez peu différentes (5.1mg/l-8.18mg/l), valeurs normales pour les eaux courantes.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs F1 et F2 (**Figure. 55**) montre l'opposition entre les stations de la vallée du Sébaou (BS1, BS2, MS1, MS2, MS3, HS1, HS2) et les autres stations qui situent en amont de cette vallée. Suivant l'axe 1, La distribution des stations visualise globalement le gradient amont-aval.

La classification hiérarchique de l'ensemble des stations (**Figure.57**) sur la base des résultats de l'ACP montre bien globalement trois groupes de stations

- Le groupe 1 comprend les stations de la vallée du Sébaou (BS1, BS2, MS1, MS2, MS3, HS1, HS2) qui reçoivent tous les effluents urbains et industriels en dehors des activités agricoles ;
- Le groupe 2 est représenté par les stations amont, situées sur les affluents de l'oued Sébaou (OG3, OS4, OS1, OS2, OS3, OS5, OH1, OS6, OH2) moyennement perturbés. Toutefois les nombreuses agglomérations parsemées dans le bassin ne restent pas sans danger : leur distribution le long des cours d'eau, leur croissance importante et l'activité essentiellement agricole de leurs populations constituent une menace pour la vie aquatique.
- Le groupe 3 est représenté par les stations OG1 et OG2 (stations du sous bassin de l'oued Bougdourra). Il est lié principalement au paramètre conductivité dépassant les 1000 $\mu\text{s}/\text{Cm}$ due en grande partie à la nature calcaire des terrains du sous bassin versant et aux activités anthropiques

Discussion

L'analyse des paramètres physico-chimiques procure en partie une appréciation de la qualité des eaux de surface et des conditions écologiques de la vie des organismes aquatiques. Ces paramètres changent dans le temps et dans l'espace sous l'effet des facteurs naturels ou anthropiques.

Il découle de cette étude que la distribution des variables et des stations fait apparaître que l'axe 1 qui matérialise le facteur principale correspond à un gradient de pollution agricole et urbain de l'amont vers l'aval des cours d'eau. Les stations amont (OG1 à OH2) correspondent aux milieux à pollution faible, essentiellement d'origine agricole et urbaine. Les stations aval (partie moyenne et aval de l'oued Sébaou : de BS1 à HS2) sont à très forte pollution à la fois urbaine, industrielle et agricole.

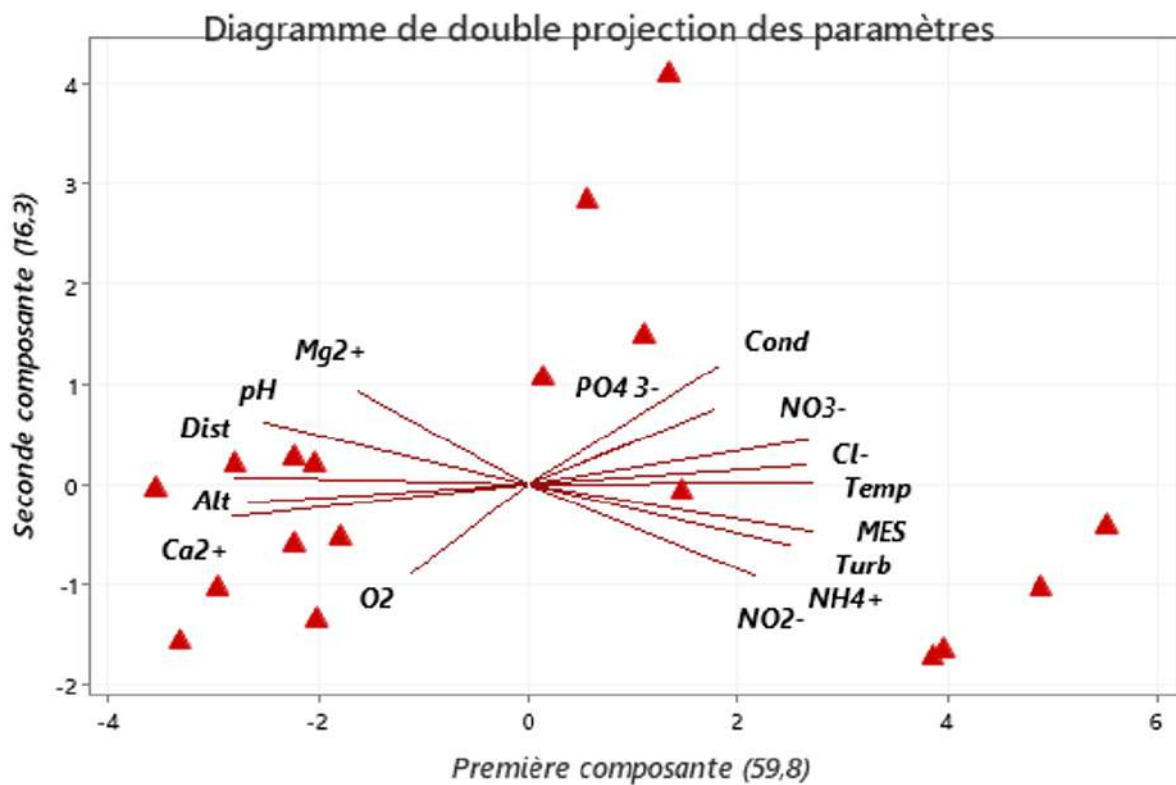


Figure 53. ACP : Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (double projection, Paramètres-Stations).

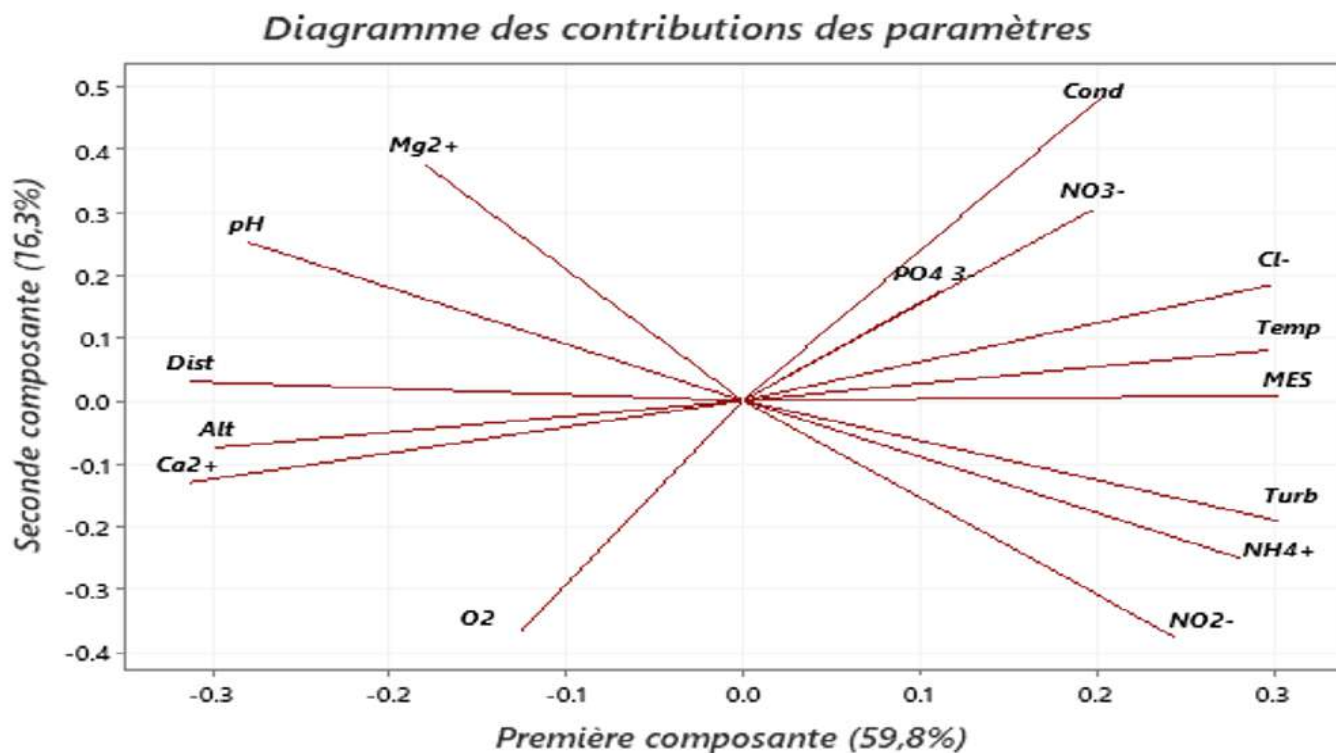


Figure 54. ACP : Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (diagramme des contributions).

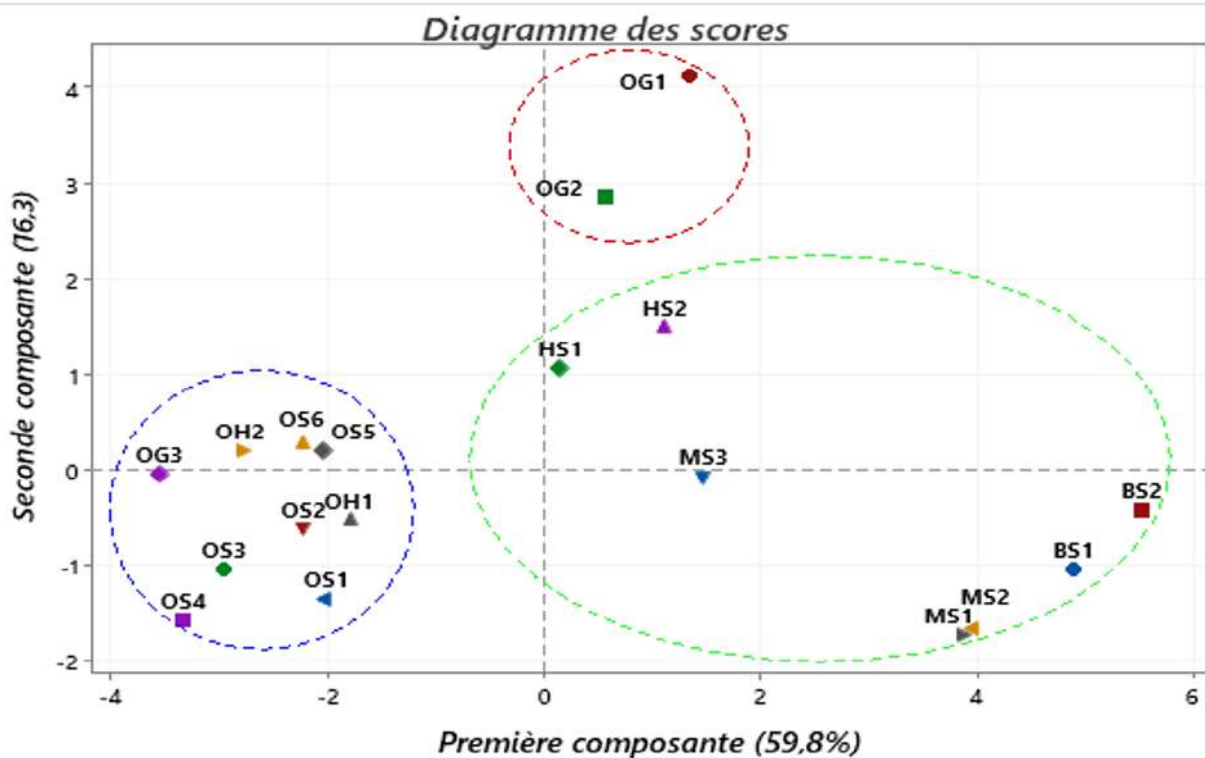


Figure 55. ACP : Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques étudiés (diagramme des scores).

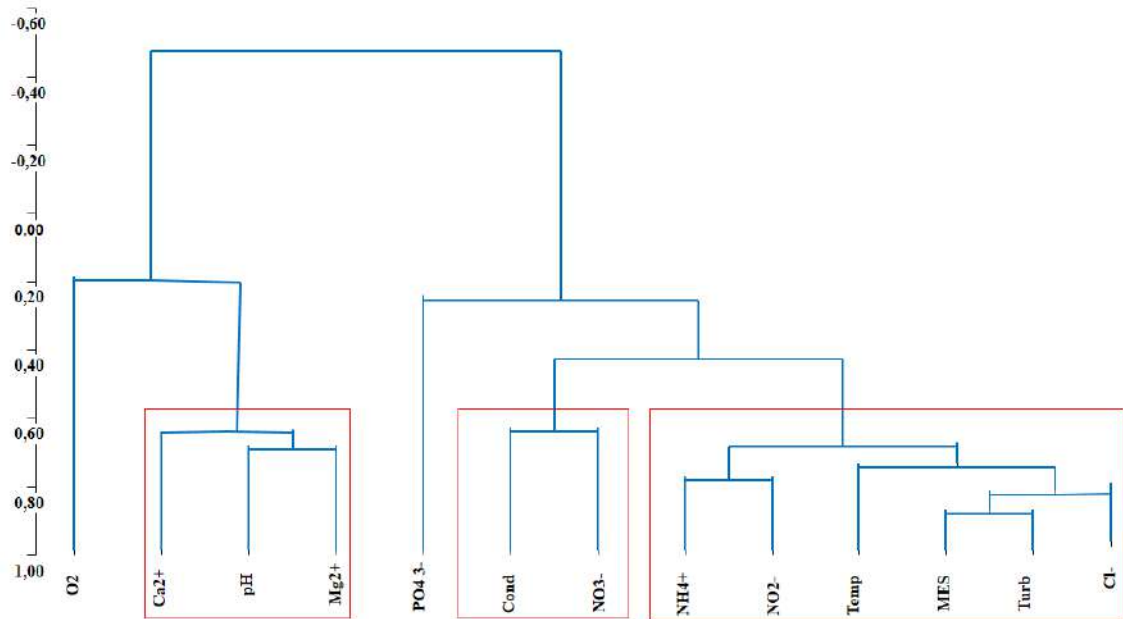


Figure 56. Dendrogramme de la classification hiérarchique des paramètres physico-chimiques analysés

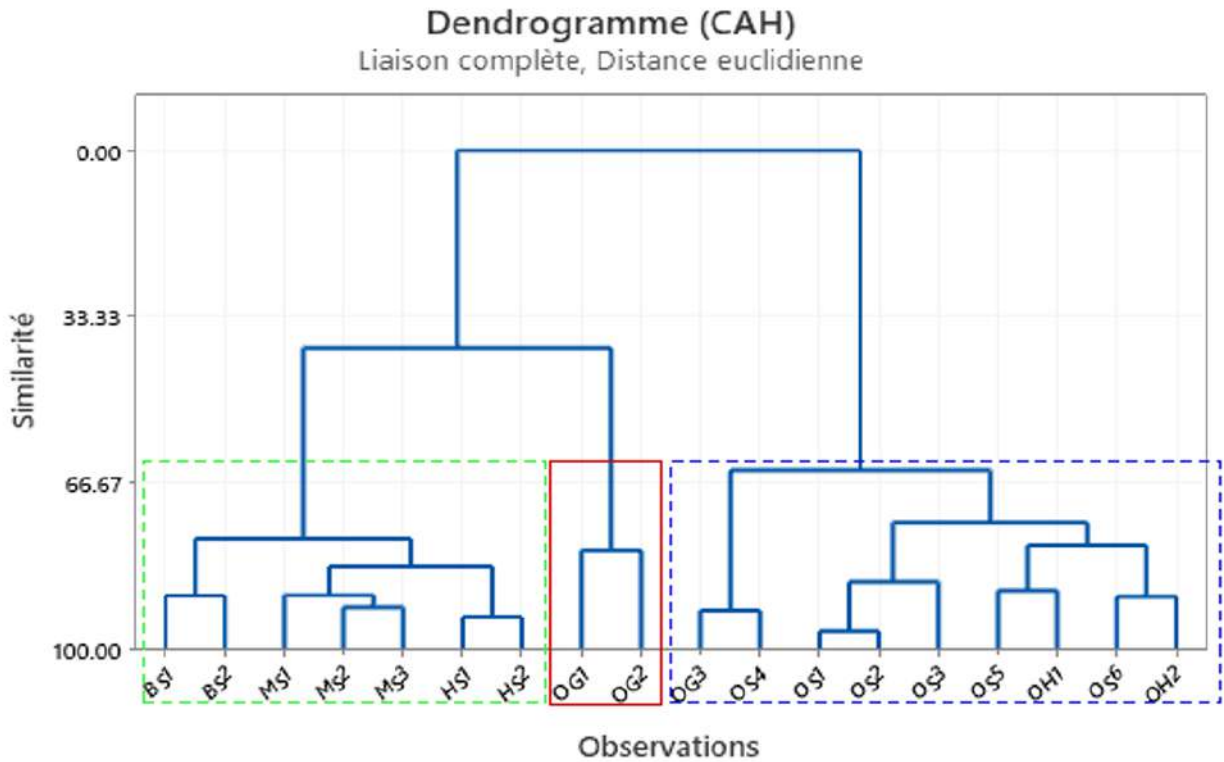


Figure 57. ACP : Dendrogramme de la classification hiérarchique des paramètres physico-chimiques analysés.

3. Analyse globale

3.1. Inventaire de l'ichtyofaune des eaux continentales d'Algérie

L'Algérie, occupe une position géographique intermédiaire sur la rive sud-ouest de la Méditerranée, entre le sud-ouest de l'Europe et la région éthiopienne, cette position stratégique lui confère un grand intérêt pour les études faunistiques et phylogéographiques. La faune piscicole des eaux continentales algériennes fait partie de l'ensemble qui constitue la province ichtyologique maghrébine qui constitue une zone charnière entre les plaques tectoniques africaine et eurasiennne reconnue pour avoir joué un rôle important dans l'évolution et la distribution de cette faune (ROBERTS, 1975 ; LEVEQUE & PAUGY, 2006). Cette région possède une diversité biologique relativement pauvre comparée à celle de l'Europe méditerranéenne et à celle de l'Afrique sub-Saharienne.

La synthèse bibliographique de la faune effectuée jusqu'à présent sur l'ichtyofaune des eaux continentales d'Algérie nous a permis d'établir une liste de 70 espèces réparties en 25 familles et 42 genres (Tableau.5). Parmi ces espèces, 37 sont autochtones dont 12 sont endémiques et 33 introduites. Cet ichtyofaune est caractérisé par la prédominance des éléments de l'ordre des Cypriniformes avec six familles, dix genres et 24 espèces. La famille des Cichlidae est représentée par cinq genres et sept espèces, suivi par les Mugilidae (deux genres, cinq espèces), Cyprinodontidae (un genre, 4 espèces), les Clupeidae (un genre, trois espèces), les Poeciliidae (deux genres, trois espèces), Percidae (trois genres et trois espèces). Les autres familles ne sont représentées que par une ou deux espèces : Petromyzontidae (un genre, une espèce) ; Acipenseridae (un genre, une espèce) ; Anguillidae (un genre, une espèce) ; Salmonidae (un genre, deux espèces) ; Claridae (deux genres, deux espèces) ; Atherinidae (deux genres, deux espèces) ; Blennidae (un genre, une espèce) ; Moronidae (un genre, deux espèces) ; Gastroteidae (un genre, une espèce), Siluridae (un genre, une espèce) ; Alestiidae (un genre, une espèce) ; Centrarchidae (un genre, deux espèces) ; Gobiidae (deux genres, deux espèces) ; Syngnatidae (un genre, une espèce).

Environ 23% de l'ichtyofaune dulcicole d'Algérie (16 espèces) figurent sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (2022). Une espèce allochtone (*Cyprinus carpio*) classée dans la catégorie des espèces vulnérables et 15 espèces autochtones classées dans les différentes catégories des espèces menacées :

- *Luciobarbus lanigarensis* et *Oreochromis mossambicus*, sont deux espèces classées comme vulnérables (VU).
- *Petromyzon marinus*, *Luciobarbus leptopogon*, *Luciobarbus mascarensis*, *Luciobarbus numidiensis* et *Aphanius iberus* sont classées dans la catégorie des espèces en danger (EN).
- *Acipenser sturio*, *Anguilla anguilla*, *Anaocypris punica*, *Aphanius apodus*, *Aphanius saourensis*, *Haplochromis desfontainii* sont des espèces évaluées comme étant en danger critique d'extinction (CR)

- Deux espèces du genre *Alosa* (*Alosa alosa* et *Alosa falax*) sont évaluées comme étant éteintes à l'échelle régionale (UICN, 2022).

Concernant les espèces introduites en Algérie, on compte aujourd'hui 33 espèces. BACHA & AMARA (2007) et KARA (2012) ont établi trois étapes d'introductions :

- La première étape (1858-1924) au cours de laquelle l'Algérie a connu l'introduction de la carpe commune (*Cyprinus carpio*) (DEUZEIDE et ROLAND, 1951 ; KOTTELAT, 1977), la perche soleil (*Lipomis gibosus*) (CAUVET, 1930), le poisson rouge (*Carassius auratus*) (Seurat, 1930), la tenche (*Tinca tinca*) (CAUVET, 1930); DIEUZEIDE et ROLAND, 1951), les gambusies (*Gambusia affinis* et *Gambusia holbrooki*) (PLAYFORT ET LETOURNEAUX, 1971 ; PELLEGRIN, 1921 ; SEURAT, 1930 ; CAUVET, 1930), l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) CAUVET, 1930) et la truite arc-en ciel (*Oncorhynchus mykiss*) (DIEUZEID et ROLLAND, 1951 ; ARRIGNON, 1989)

- La seconde étape (1935-1961) décrite comme l'ère de la pêche sportive a été caractérisée par la prolifération d'associations de pêcheurs à l'origine de nombreuses introductions de la truite arc en ciel et de la truite macrostigma (*Salmo trutta*) (ARRIGNON, 1989) au nord du pays, de tilapia (*Oreochromis macrochir*) (ARRIGNON, 1989 ; MOREAU ET AL, 1994), *Oreochromis mossambicus* et *Tilapia zilli* (ARRIGNON, 1962 ; PHILIPART ET RUWET, 1982 ; MOREAU ET al 1994 ; ZOUAKH ET BOUHADAD, 2002) au sud, et dans une moindre mesure ont été introduit le black-bass (*Micropterus salmoides*) (Moreau et al 1994), le rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*) (Dieuzeid et rolland, 1951), le brochet (*Esox lucius*) (MOREAU ET al 1994). Ces introductions aveugles sans études scientifiques préalables de leurs possible impact sur l'ichtyofaune autochtone pourraient provoquer la disparition des espèces endémiques et /ou fragiles

- La troisième étape (1985-2009) a connue l'introduction des carpes chinoises : carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), carpe marbrée ou à grosse tête (*Hypophthalmichthys nobilis*), la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) dans le but de réduire l'eutrophisation dans les lacs de barrage, le sandre (*Sander lucioperca*), le poisson chat (*Silurus glanis*) et le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et d'autre part, par l'introduction involontaire de *Pseudorasbora parva* (PEREDIS ET DOADRIO 2002). Il y avait aussi six introductions a des dates inconnues : *Abramis brama*, *Aspius aspius*, *carassius carassius*. *Perca fluviatilis*, *Poecilia reticulata*

- *Gymnocephalus cernuus* est la dernière espèce introduite signalée d'Algérie (Barrage Koudiat medouar, Batna) (ARAB et al, 2020)

Tableau 5. Inventaire de la faune pisciaire d'Algérie.

Famille	Espèce	Synonymie	Nom commun	Common Name	Origine	St UICN	Habitat
Petromyzontidae	<i>Petromyzon marinus</i> Linnaeus, 1758	<i>Ammocoetes bicolor</i> Lesueur, 1818; <i>Oceanomyzon wilsoni</i> Fowler, 1908; <i>Petromyzon ruber</i> Lacepède, 1800	Lamproie marine	Sea Lamprey	NAT	EN	AMP
Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i> Linnaeus, 1758		Esturgeon commun	European Sturgeon, Atlantic Sturgeon	NAT	CR	AMP
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Muraena anguilla</i> Linnaeus, 1758	Anguille européenne	European Eel	NAT	CR	AMP
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)		Truite Arc-en-Ciel		INT	LC	AMP
	<i>Salmo trutta trutta</i> Linnaeus, 1758	<i>Salmo lacustris</i> var. <i>rhenana</i> Fatio, 1890; <i>Salmo lemanus</i> Cuvier, 1829; <i>Salmo levenensis</i> Yarrell, 1839; <i>Salmo mistops</i> Günther, 1866; <i>Salmo orcadensis</i> Günther, 1866; <i>Salmo phinoc</i> Shaw, 1804; <i>Salmo polyosteus</i> Günther, 1866; <i>Salmo rappii</i> Günther, 1866; <i>Salmo salvelinus</i> var. <i>albus</i> Fitzinger, 1832	Truite commune	Brown Trout, Sea Trout	INT	LC	AMP
Clupeidae	<i>Alosa algeriensis</i> Regan, 1916	<i>Alosa fallax bolivari</i> Lozano Rey, 1929; <i>Alosa finta algeriensis</i> Regan, 1916	Alose d'Afrique du Nord	North African Shad	NAT	DD	AMP
	<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Alosa vulgaris</i> Valenciennes, 1847; <i>Alosa communis</i> Yarrell, 1836; <i>Alosa cuvierii</i> Malm, 1877; <i>Alosa rusa</i> Mauduyt, 1849; <i>Clupea alosa</i> Linnaeus, 1758	Grande Alose; Alose vraie	Allis Shad	NAT	RE	AMP
	<i>Alosa fallax</i> (Lacepède, 1803)	<i>Alosa squamopinnata</i> Couch, 1865; <i>Clupea fallax</i> Lacepède, 1803; <i>Clupea finta</i> Cuvier, 1829	Alose feinte	Twaite Shad	NAT	RE	AMP

Tableau 5. Suite

Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Carassius burgeri</i> Temminck & Schlegel, 1846; <i>Carassius discolor</i> Basilewsky, 1855; <i>Carassius encobia</i> Bonaparte, 1845; <i>Carassius langsdorfii</i> Temminck & Schlegel, 1846; <i>Cyprinus thoracatus</i> Valenciennes 1842	Carassin doré	Goldfish	INT	LC	EDS
	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)			Crucian Carp	INT	LC	EDS
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)				INT	LC	EDS
	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758*	<i>Carpio vulgaris</i> Rapp, 1854; <i>Cyprinus specularis</i> Gronow, 1854; <i>Cyprinus specularis</i> Lacepède, 1803; <i>Cyprinus viridescens</i> Lacepède, 1803	Carpe commune	Eurasian Carp, Common carp, European carp, Leather carp, Mirror carp	INT	VU	EDS
	<i>Luciobarbus biscarensis</i> (Boulenger, 1911)	<i>Barbus biscarensis</i> Boulenger, 1911. <i>Luciobarbus amguidensis</i> Pellegrin, 1934	Barbeau du Sahara	Sahara Barbel	NAT	LC	EDS
	<i>Luciobarbus callensis</i> (Valenciennes, 1842)	<i>Barbus callensis</i> Valenciennes, 1842	Barbeau tunisien	Tunisian Barbel	NAT	LC	EDS
	<i>Luciobarbus chelifensis</i> Brahimi, Freyhof, Henrard & Libois, 2017		Barbeau du Chelif	Chelif Barbel	NAT	LC	EDS
	<i>Luciobarbus lanigarensis</i> Brahimi, Libois, Henrard & Freyhof, 2018		Barbeau Lanigar	Lanigar Barbel	NAT	VU	EDS
	<i>Luciobarbus leptopogon</i> (Schimper, 1834)	<i>Barbus leptopogon</i> Schimper, 1834	Barbeau d'Alger	Algier Barbel	NAT	EN	EDS
	<i>Luciobarbus mascarensis</i> Brahimi, Freyhof, Henrard & Libois, 2017		Tifrit Barbel	Tifrit Barbel	NAT	EN	EDS

Tableau 5. Suite

Cyprinidae	<i>Luciobarbus numidiensis</i> Brahimi, Libois, Henrard & Freyhof, 2018		Barbeau numide	Numidian Barbel	NAT	EN	EDS
	<i>Luciobarbus pallaryi</i> (Pellegrin, 1919)	<i>Barbus pallaryi</i> Pellegrin, 1919	Zousfana Barbeau	Zousfana Barbel	NAT	LC	EDS
	<i>Luciobarbus setivimensis</i> (Valenciennes, 1842)	<i>Barbus setifensis</i> Playfair & Letourneux, 1871 ; <i>Barbus setivimensis</i> Valenciennes, 1842 ; <i>Barbus strauchi</i> Peters, 1881	Barbeau Kabyle	Kabyl Barbel	NAT	Lc	EDS
Xenocyprididae	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)?*	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes, 1844); <i>Ctenopharyngodon laticeps</i> Steindachner, 1866; <i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes, 1844); <i>Leuciscus idellus</i> Valenciennes, 1844	Carpe amour	Grass Carp, White amur, mud carp	INT	LC	EDS
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)?*	<i>Leuciscus molitrix</i> Valenciennes, 1844	Carpe argenté	Silver carp	INT	NT	EDS
	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)?*	<i>Hypophthalmichthys mantschuricu</i> Kner, 1867; <i>Leuciscus nobilis</i> Richardson, 1845	Carpe a grosse tête	Bighead Carp	INT	DD	EDS
Tincidae	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)?*	<i>Cyprinus tinca</i> Linnaeus, 1758; <i>Cyprinus tincaurea</i> Shaw, 1804; <i>Tinca vulgarus var. cestellae</i> Segre, 1904	Tanche	Tench	INT	LC	EDS

Tableau 5. Suite

Gobionidae	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	<i>Fundulus virescens</i> Temminck & Schlegel, 1846 ; <i>Leuciscus parvus</i> Temminck & Schlegel, 1846 ; <i>Leuciscus pusillus</i> Temminck & Schlegel, 1846 ; <i>Micraspius mianowskii</i> Dybowski, 1896; <i>Pseudorasbora altipinna</i> Nichols, 1925; <i>Pseudorasbora depressirostris</i> Nichols, 1925; <i>Pseudorasbora fowleri</i> Nichols, 1925; <i>Pseudorasbora monstrosa</i> Nichols, 1925; <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) ssp. <i>parvula</i> Nichols, 1929 ; <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) ssp. <i>tenuis</i> Nichols, 1929	Topmouth Gudgeon		INT	LC	EDS
Leuciscidae	<i>Rutilus rubilio</i> (Bonaparte, 1837)?*			South European roach, Rovella	INT	NT	EDS
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)?*	<i>Cyprinus rutilus</i> Linnaeus, 1758	Gardon	Roach	INT	LC	EDS
	<i>Tropidophoxinellus callensis</i> (Guichenot, 1850)	<i>Leuciscus callensis</i> Guichenot, 1850; <i>Phoxinellus guichenoti</i> Pellegrin, 1920; <i>Pseudophoxinus callensis</i> (Guichenot, 1850)	Ablette du Maghreb	Maghreb Bleak	NAT	LC	EDS
	<i>Anaocypris punica</i> (Pellegrin, 1920)	<i>Phoxinellus punicus</i> Pellegrin, 1920; <i>Pseudophoxinus punicus</i> (Pellegrin, 1920)		Punican Bleak	NAT	CR	EDS
	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Abramis argyreus</i> Valenciennes, 1844; <i>Cyprinus brama</i> Linnaeus, 1758; <i>Cyprinus brama</i> Linnaeus, 1758	Brême commune	Common Bream, Bream	INT	LC	EDS
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)		Ablette	Bleak	INT	LC	EDS

Tableau 5. Suite

Claridae	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Clarias budgetti</i> Boulenger, 1900; <i>Silurus anguillaris</i> Linnaeus, 1758; <i>Clarias hasselquistii</i> Valenciennes, 1840; <i>Clarias senegalensis</i> Valenciennes, 1840	Silure	Catfish, Eel Catfish	NAT	DD	EDS
	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	<i>Clarias capensis</i> Valenciennes, 1840; <i>Clarias depressus</i> Myers, 1921; <i>Clarias guentheri</i> Pfeffer, 1896; <i>Clarias lazera</i> Valenciennes, 1840; <i>Clarias longiceps</i> Boulenger, 1899; <i>Clarias macracanthus</i> Günther, 1864; <i>Clarias malaris</i> Nichols & Griscom, 1917	Poisson-chat Nord-Africain, Silure	African Catfish	NAT	LC	EDS
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	<i>Atherina anterina</i> Nardo, 1847; <i>Atherina bonapartii</i> Boulenger, 1907; <i>Atherina risso</i> Valenciennes, 1835; <i>Atherina sarda</i> Valenciennes, 1835	Athérine, Athérine Joël,	Big-scale Sand Smelt, Black Sea Silverside	NAT	LC	AMP
	<i>Atherina presbyter</i> Cuvier, 1829		Abusseau; Prêtre	Sand-smelt, Sand-smelt	NAT	DD	AMP
Cyprinodontidae	<i>Aphanius apodus</i> (Gervais, 1853)	<i>Aphanius apodus</i> (Gervais, 1853); <i>Lebias thermarum</i> Eichwald, 1851	footless Kellifish	footless Kellifish	NAT	CR	EDS

Tableau 5. Suite

Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)	<i>Aphanius fasciatus</i> Nardo, 1827; <i>Aphanius nanus</i> Nardon, 1827; <i>Cyprinodon cyanogaster</i> Guichenot, 1859; <i>Cyprinodon desioi</i> Gianferrari, 1933; <i>Cyprinodon doliatus</i> Guichenot, 1859; <i>Cyprinodon hammonis</i> Valenciennes, 1846; <i>Cyprinodon moseas</i> Valenciennes, 1846; <i>Lebias fasciata</i> Valenciennes, 1821; <i>Lebias flava</i> Costa, 1838; <i>Lebias lineatopunctata</i> Wagner, 1828	Aphanius de corse	Mediterranean Killifish, Mediterranean banded killifish, Mediterranean toothcarp	NAT	LC	EDS
	<i>Aphanius iberus</i> (Valenciennes, 1846)	<i>Aphanius iberus</i> (Valenciennes, 1846; <i>Cyprinodon iberus</i> Valenciennes, 1846		Spanish Killifish	NAT	EN	EDS
	<i>Aphanius saourensis</i> Blanco, Hrbek & Doadrio, 2006	<i>Aphanius saourensis</i> Blanco, Hrbek & Doadrio, 2006	Aphanius du Sahara	Sahara Killifish	NAT	CR	EDS
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard 1853)	<i>Heterandria affinis</i> Baird & Girard, 1853	Gambuse	Western Mosquitofish	INT	LC	EDS
	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859		Gambuse	Eastern Mosquitofish	INT	LC	EDS
	<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	<i>Girardinus guppii</i> Günther, 1866 ; <i>Poecilia obscura</i> Schories, Meyer & Schartl, 2009		Guppy, Drainfish, Millionsfish, Sevenscolours	INT	LC	EDS
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	<i>Mugil crenilabis</i> our Fabricius, 1775; <i>Mugil lineatus</i> Valenciennes, 1836; <i>Mugil japonicus</i> Temminck & Schlegel, 1845	Mulet à grosse tête	Flathead Mullet, Striped mullet	NAT	LC	EMP
	<i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)	<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810); <i>Mugil auratus</i> Risso, 1810; <i>Mugil breviceps</i> Valenciennes, 1836; <i>Mugil cryptocheilos</i> Valenciennes, 1836; <i>Mugil maderensis</i> Lowe, 1839; <i>Planiliza aurata</i> (Risso, 1810).	Mulet doré	Golden Grey Mullet	NAT	LC	EMP

Tableau 5. Suite

Mugilidae	<i>Chelon ramada</i> (Risso, 1827)	<i>Liza alosoides</i> Fowler, 1903; <i>Mugil dubahra</i> Valenciennes, 1836; <i>Myxus maroccensis</i> Mohr, 1927	Mulet porc	Thinlip Grey Mullet	NAT	LC	EMP
	<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827)	<i>Mugil chelo</i> Cuvier, 182; <i>Mugil septentrionalis</i> Günther, 1861	Mulet lippu	Thicklip Grey Mullet	NAT	LC	EMP
	<i>Chelon saliens</i> (Risso, 1810)	<i>Liza saliens ssp. furcata</i> Popov, 1930; <i>Liza saliens</i> (Risso, 1810); <i>Mugil saliens</i> Risso, 1810	Mulet sauteur	Leaping Mullet	NAT	LC	EMP
Blennidae	<i>Salarias fluviatilis</i> (Asso, 1801)	<i>Blennius alpestris</i> Blanchard, 1866; <i>Blennius inaequalis</i> Valenciennes, 1836; <i>Salarias varus</i> Risso, 1827	Blennie fluviatile	Freshwater Blenny	NAT	LC	EDS
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Perca labrax</i> Linnaeus, 1758; <i>Centropomus lupus</i> Lacepède, 1802; <i>Morone labrax</i> (Linnaeus, 1758);	Bar européen, Loup	European Sea Bass, European Bass	NAT	NT	EDS
	<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch, 1792)	<i>Bodianus punctatus</i> Bloch, 1792; <i>Dicentrarchus orientalis</i> Günther, 1863; <i>Labrax schoenleinii</i> Peters, 1865	Bar Moucheté, Bar Tacheté, Truite de Mer	Spotted Seabass, Black-spotted Bass, Sea Bass, Spotted Bass, Three Bar Porcupinefish	NAT	LC	EDS
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Perca helvetica</i> Gronow, 1854; <i>Perca italica</i> Cuvier, 1828; <i>Perca vulgaris</i> Schrank, 1792	Perche	Perch	INT	LC	EDS
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Centropomus sandat</i> Lacepède, 1802; <i>Lucioperca linnei</i> Malm, 1877; <i>Lucioperca sandra</i> Cuvier, 1828; <i>Perca lucioperca</i> Linnaeus, 1758	Sandre	Sander	INT	LC	EDS
	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Acerina cernus ssp. essipovi</i> Burmakin, 1941; <i>Acerina vulgaris</i> Cuvier, 1829; <i>Perca cernua</i> Linnaeus, 1758	Ruffe	Ruffe	INT	LC	EDS

Tableau 5. Suite

Gastrosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	<i>Gasterosteus algeriensis</i> Sauvage, 1874; <i>Gasterosteus argentatissimus</i> Blanchard, 1866	Épinoche à trois épines			LC	EDS
Siluridae	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	<i>Silurus glanis</i> var. <i>aralensis</i> Kesler, 1872; <i>Silurus silurus</i> Wulff, 1765	Poisson chat			LC	EDS
Alestiidae	<i>Brycinus macrolepidotus</i> Valenciennes, 1850	<i>Alestes macrolepidotus</i> (Valenciennes, 1850); <i>Alestes rutilus</i> Boulenger, 1916	Large Scaled Robber, Characin, Imberi, Silverside, True Big-scale Tetra			LC	EDS
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	<i>Labrus salmoides</i> Lacepède, 1802	Largemouth Bass, American Black Bass, Black Bass			LC	EDS
	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Perca gibbosa</i> Linnaeus, 1758		Pumpkinseed	INT	LC	EDS
Gobiidae	<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758	<i>gobius nigellus</i> Bonnaterre, 1788; <i>Gobius</i> <i>albosignatus</i> Kessler, 1874; <i>Gobius</i> <i>bicolor</i> Gmelin, 1789; <i>Gobius</i> <i>capito</i> Valenciennes, 1837	Gobie paganele	Rock goby	NAT	LC	EDS
	<i>Pomatoschistus</i> <i>marmoratus</i> (Risso, 1810)	<i>Atherina marmorata</i> Risso, 1810; <i>Gobius</i> <i>reticulatus</i> Valenciennes, 1837; <i>Syrrhodonus</i> <i>charrieri</i> Chabanaud, 1933	Gobie Marbré	Marbled Goby	NAT	LC	EDS

Tableau 5. Suite

Syngnatidae	<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827	<i>Syngnathus agassiz</i> Michahelles, 1829; <i>Syngnathus algeriensis</i> Günther, 1870; <i>Syngnathus anguisigola</i> Nardo, 1847; <i>Syngnathus bucculentus</i> Rathke, 1837; <i>Syngnathus caspius</i> Eichwald, 1831; <i>Syngnathus cuvieri</i> Kaup, 1856	Syngnathe de rivière, Black- striped Pipefish		NAT	LC	EDS	
Cichlidae	<i>Haplochromis desfontainii</i> (Lacépède, 1802)	<i>Astatotilapia desfontainii</i> (Lacépède, 1802); <i>Sparus desfontainii</i> Lacépède, 1802		Blue Lip Cichlid	NAT	CR EX	EDS	
	<i>Hemichromis lifalili</i> Loiselle, 1979	<i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill, 1862)			NAT	LC	EDS	
	<i>Oreochromis macrochir</i> <i>macrochir</i> (Boulenger, 1912)	<i>Chromys chapmanii</i> Castelnau, 1861; <i>Chromys</i> <i>sparmanni</i> Castelnau, 1861; <i>Tilapia</i> <i>alleni</i> Fowler, 1931; <i>Tilapia</i> <i>intermedia</i> Gilchrist & Thompson, 1917; <i>Tilapia sheshekensis</i> Gilchrist & Thompson, 1917		Greenhead Tilapia	INT	NA	EDS	
	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	<i>Chromis dumerilii</i> Steindachner, 1864; <i>Chromis</i> <i>mossambicus</i> Peters, 1852; <i>Chromis</i> <i>vorax</i> Pfeffer, 1893; <i>Tilapia arnoldi</i> Gilchrist & Thompson, 1917; <i>Tilapia mossambicus</i> (Peters, 1852)		Mozambique Tilapia	INT	VU	EDS	
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Perca nilotica</i> Linnaeus, 1758; <i>Tilapia</i> <i>nilotica</i> (Linnaeus, 1758)		Tilapia du Nil		INT	LC	EDS
	<i>Sarotherodon galilaeus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sparus galilaeus</i> Linnaeus, 1758				NAT	LC	EDS
	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1848)	<i>Chromis zillii</i> (Gervais, 1848); <i>Tilapia</i> <i>melanopleura</i> Duméril, 1861; <i>Tilapia</i> <i>menzalensis</i> (Mitchell, 1895)			Redbelly Tilapia, Banded tilapia, Mango Fish, Zill's Tilapia			EDS

(NAT: Espèce natives; INT: espèces introduites; EDS: Eau douce strict; EMP: Espèces amphihalines)

3.2. Peuplement ichthyologique de la Kabylie

L'étude réalisée a permis de dresser un inventaire qualitatif de l'Ichtyofaune des eaux continentales de la Kabylie. Cet inventaire se base sur des échantillonnages réalisés principalement en périodes printanière et estivale. La liste systématique des espèces recensées a été dressée selon un ordre de classification après consultation des guides et fascicules de systématique tel que (LE BERRE 1989), AZEROUA (2003) ; (KOTTELAT & FREYHOF, 2007) ; PERERA et al (2010) ; BRAHIMI et al. (2017) ; BRAHIMI et al. (2018) ; TAN & ARMBRUSTER, 2018 ; (KEITH *et al.*, 2020); les données de la base ESCHMEYER (2022) ; l'UICN (2022) et de FISHBASE (2022). La confirmation de l'identification de certaines espèces a été réalisée grâce à la précieuse collaboration de docteur FREYHOF JÖRG, chercheur spécialiste de l'Ichtyofaune dulçaquicole au musée d'histoire naturelle de Berlin (Museum für Naturkunde Leibniz-Institut für Evolutions). Les compagnes de pêche réalisées ont permis de capturer un totale de 2766 individus appartenant à 21 espèces réparties en 19 genres, 13 familles et huit ordres (Tableau.6). Toutes les espèces recensées ont déjà été décrites dans la littérature. Néanmoins signalons ici pour la première fois la présence de :

- *Abramis brama* et *Gambusia holbrooki* dans la retenue collinaire de Cap-Djinet
- *Atherina boyerie*, espèce habituellement côtière, rencontrée dans le barrage Taksebt
- *Pseudorasbora parva* dont l'existence en Algérie à était signalée à El kala et la Soummam (PEREDIS ET DOADRI, 1992 ; BACHA ET AMARA, 2007). Une introduction humaine volontaire ou accidentelle n'est pas écartée de ces espèces
- *Tropidophoxinellus callensis*, espèce endémique Algéro-Tunisienne signalée pour la première fois dans la région d'étude. Il s'agit probablement d'une introduction locale

L'inventaire ichthyologique représente 30% des espèces communes d'Algérie. Il est caractérisé par la prédominance des cypriniformes (4 familles, 10 espèces) soit 46.7 % du peuplement, les autres ordres sont faiblement représentés. Cette étude, peut être considérée comme le premier inventaire complet des poissons des eaux douces dans la région et fournit des données de base pour des programmes de gestion et de suivi potentiels. La richesse spécifique rencontrée est supérieure à celle observée dans la Soummam : 19 espèces, 11 familles, 17 genres (BACHA & AMARA, 2007), dans la région des Aures : 14 espèces, 5 familles, 13 genres (CHAIBI, 2014), dans le Haut – Chelif : 10 espèces , 4 familles et 9 genres (DJEZZAR, 2015) et dans la région de Biskra : 7 espèces, 4 familles et 7 genres (BRAHIMI et BELHAMRA, 2016). La différence de la composition spécifique reflète l'éloignement géographique de ces régions les unes par rapport aux autres. Ce qui engendre le morcèlement des aires de distribution des espèces dans ces régions de vastes plaines constituent des obstacles majeurs de dispersion des espèces aquatiques, ainsi que des conditions climatiques différentes.

Parmi les espèces capturées 9 sont des espèces amphihalines et 13 exclusivement dulçaquicoles dont Cinq ont été introduites dans le cadre des programmes de repeuplement et de lutte contre l'eutrophisation des barrages.

Le tableau 6 présente l'ensemble des espèces de poissons capturées dans les différentes stations prises dans différentes sections de l'oued Sébaou et de ses affluents. Au total de 2766 individus capturés, 21 espèces appartenant à 19 genres répartis dans 13 familles et huit ordres ont été récoltées.

3.3. Abondance et occurrence des espèces recensées

La prospection des 24 sites d'étude nous a permis de récolter un total de 2766 individus appartenant à 21 espèces. Elles représentent 30% du total des espèces citées dans la littérature dans les plans d'eau d'Algérie. L'analyse des poissons capturés a permis de calculer les abondances et les occurrences relatives pour chaque espèce. L'Ichtyofaune de la région d'étude est caractérisée par la prédominance des éléments de l'ordre des Cypriniformes représentés par dix espèces appartenant à quatre familles et neuf genres (*Cyprinus carpio*, *Luciobarbus setivimensis*, *Carassius auratus*, *Tropidophoxinellus callensis*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Pseudorasbora parva*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*), suivie de l'ordre des Mugiliformes représenté par trois espèces (*Mugil cephalus*, *Chelon ramada*, *Chelon aurata*) appartenant à deux genres. L'ordre des perciformes est représenté par trois espèces : deux espèces allochtones introduites (*Micropterus salmoides*, *Sander lucioperca*) et une espèce euryhaline (*Dicentrarchus labrax*), le reste des ordres sont représentés par une seule espèce

Cinq espèces forment l'essentiel du peuplement par leur abondance et leur fréquence : *Luciobarbus setivimensis* (abondance relative (AR) 34.92% ; occurrence relative (OR) 75%), *Carassius auratus* (AR 18.64%; OR 45.83%), *Pseudorasbora parva* (AR 10.48% ; OR 45.83%) et à un degré moindre *Cydrinus carpio* (AR 7.63% ; OR 45.83%) et *Anguilla anguilla* (AR 3 % ; OR 58.33%), elles sont les plus abondantes et les plus fréquentes, totalisant à elles seules 2064 individus, soit 74.7% du total (**Figure.58**). Ce sont les espèces les plus communes, colonisant différents types d'habitats (lac de barrages et cours d'eau).

Les autres espèces sont rares, pour la plupart à la fois peu à très peu abondantes et peu à très peu fréquentes.

- Trois espèces peuvent être qualifiées de peu abondantes et peu fréquentes : *Rutilus rutilus* (AR 6.36% ; OR 12.5%), *Mugil cephalus* (AR 6.47 ; OR 8.33), *Sander lucioperca* (AR 2.10% ; OR 16.66%)

Tableau 6. Inventaire de la faune pisciaire de la Kabylie

Ordre	Famille	Espèces / Station	Bas Sébaou		Moyen Sébaou			Haut Sébaou		Oued Bougdoura			Oued Aissi						Oued Boubhir		Barrages						
			BS1	BS2	MS1	MS2	MS3	HS1	HS2	OG1	OG2	OG3	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OH1	OH2	TAK	DJB	RCB	AIZ	DMZ	CPJ	
PETROMIZONTIFORMES	PETROMIZONIDAE	<i>Petromyzon marinus</i>	3																								
ANGUILLIFORMES	ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i>	13	8	4	4		5	3	3	5	3	3						18		7	3			4		
CLUPEIFORMES	CLUPEIDAE	<i>Alosa algeriensis</i>	17	5																							
CYPRINIFORMES	CYPRINIDAE	<i>Cyprinus carpio</i>			8	8	14	41		6	22							14		13	15			46	24		
		<i>Luciobarbus setivimensis</i>					61	104	12		97	57	55	57	65	30	74	80	101	30	62	12		22	16	30	
		<i>Carassius auratus</i>		86	66	28		60		28	11		67						25		113	22	9				
	XENOCYPRIDIDAE	<i>Ctenopharyngodon idella</i>																			3						
		<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>																			8						
		<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>																			14						
	GOBIONIDAE	<i>Pseudorasbora parva</i>		38	20	19			9	16	45		20	20			26		42		35						
	LEUCISCIDAE	<i>Rutilus rutilus</i>											41								98					37	
		<i>Abramis brama</i>																								5	
<i>Tropidophoxinellus callensis</i>												10								6					43		
ATHERINIFORMES	ATHERINIDAE	<i>Atherina boyeri</i>																		40					17		
CYPRINODONTIFORMES	POECILIDAE	<i>Gambusia holbrooki</i>						15																	49		
MUGILIFORMES	MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	146																							33	
		<i>Chelon ramada</i>	21																								
		<i>Chelon aurata</i>	16																								
PERCIFORMES	MORONIDAE	<i>Dicentrarchus labrax</i>	4																								
	CENTRACHIDAE	<i>Micropterus salmoides</i>																					3		5	5	
	PERCIDAE	<i>Sander lucioperca</i>																			24			17	13	4	

Treize espèces sont plutôt considérées comme très peu abondantes et très peu fréquentes : *Hypophthalmichthys molitrix* (AR 0.29% ; FO 4.16%) *Hypophthalmichthys nobiliis* (AR 0.50% ; FO 4.16%), *Micropterus salmoides* (AR 0.47% ; FO 12.5%), *Ctenpharyngodon idella* (AR 0.10% ; FO 4.16%), *Gambusia halbrooki* (AR 2,32% ; FO 8.33%), *Atherina boyeri* (AR 2,06% ; FO 8.33%), *Alosa algeriensis* (AR 0.79% ; FO 8.33%), *Petromyzon marinus* (AR 0,10 ; FO 4.16), *Tropidophoxinellus callensis* (AR 2.13% ;FO 8.33%), *Chelon ramada* (AR 0.75 ;FO 4.16), *Chelon aurata* (AR 0,57% ; FO 4.16%), *Dicentrarchus labrax* (AR 0,14 ; FO 4.16%), *Abramis brama* (AR 0,18 ; OR 4.16%).

Notons cependant que la composition spécifique et l'abondance numérique des espèces diffère d'une station à l'autre. L'étude du peuplement en fonction du gradient longitudinal a révélé que les sites OS2, OS3, OS4, OS5, OS6, OH2, MS3, OG3 situés dans les affluents de l'oued Sébaou présentent les plus faibles nombres d'espèces (1 à 2 espèces) Par contre les sites TAK et CPJ (Barrage et retenue collinaire) et BS1 (embouchure de l'oued Sébaou) présentent le plus grand nombre d'espèces (respectivement 12, 9 et 7).

Luciobarbus setivemensis prédomine dans les captures. Il représente plus de 34% des poissons en termes d'abondance relative. Il est présent dans 18 sites sur les 24 échantillonnés (FO=75%). Il représente plus de 1/3 des poissons dénombrés. Ensuite on trouve le carassin qui est moyennement présent (AR 18.61% OR 45.83%), puis *Pseudorasbora parva* (AR 10.48% ; FO 45.83%), *Cydrinus carpio* (AR 7.62% ; FO 45.83%) et *Anguilla anguilla* (AR 3 % ; FO 58.33%). Par contre les autres espèces ne sont que très faiblement représentées et ne sont récoltées que seulement dans une ou deux stations

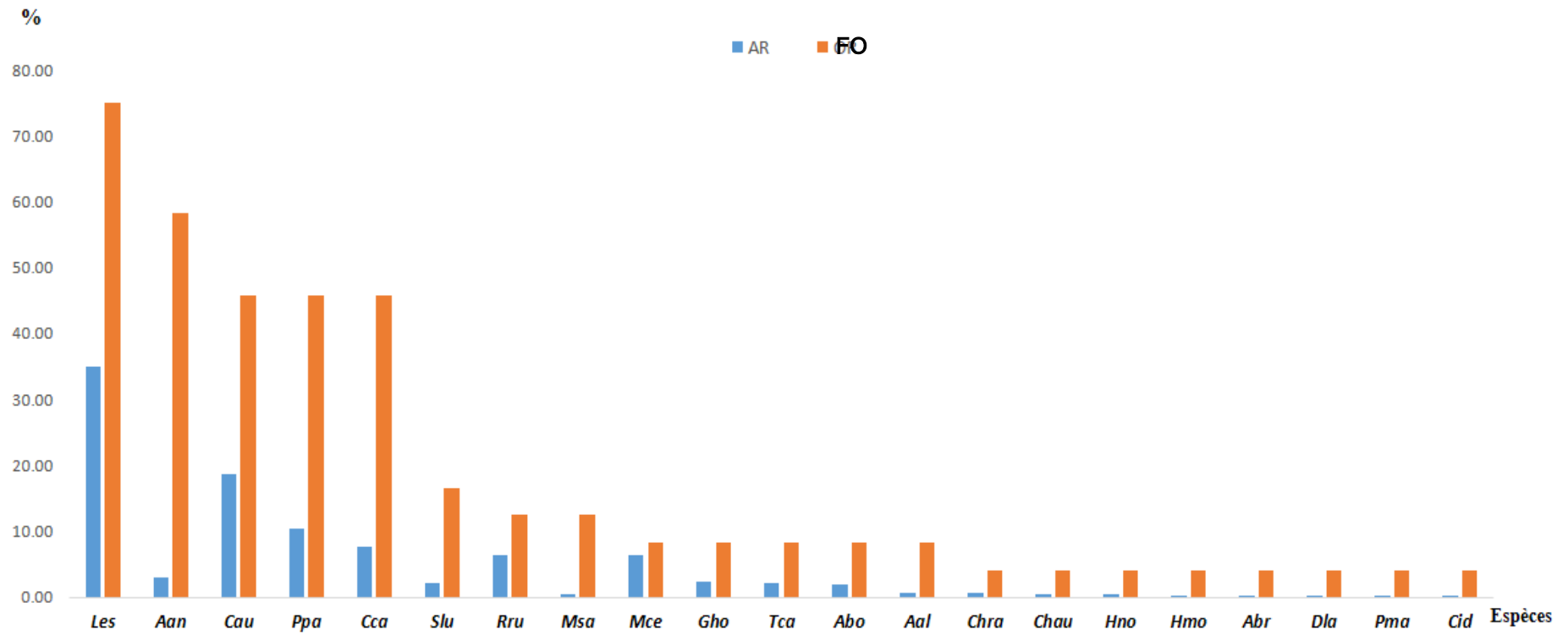


Figure 58. Abondance et occurrence relatives des espèces recensées dans les stations étudiées.

3.4. Structure des peuplements

❖ Recherche des structures biocénétiques

Une matrice des données a été établie, elle comporte 23 stations et 21 espèces (Tableau.6). La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la matrice Stations x Espèces. La recherche des noyaux d'affinité est rendue possible grâce à la classification ascendante hiérarchique (CAH) calculées à partir des coordonnées des relevés sur les axes factoriels et qui a permis de connaître à quel niveau sont reliées les espèces fréquemment associées.

Les deux premiers facteurs significatifs, prennent en compte 52% (F1 : 32% ; F2 : 20%) de la variance totale. Ces pourcentages relativement faibles peuvent s'expliquer par la taille de la matrice. De plus certaines stations n'hébergeaient que très peu d'espèces (1 ou 2 espèces), soit parce qu'elles représentaient un milieu particulier (portions des cours d'eau artificiels, plans d'eau asséchés pendant un certain temps). Cependant compte tenu des objectifs de cette étude, il n'était pas essentiel de déterminer la signification exacte de chaque axe mais plutôt de différencier des groupes d'espèces cohérents au plan de leur répartitions.

L'analyse hiérarchique de classification ascendante (AHC) et l'analyse factorielle des correspondances (AFC) appliquée à la matrice espèces/stations (21 espèces et 23 stations, tableau.6) ont permis de distinguer trois groupes d'espèces / sites (Figures : 59, 60,61).

Le groupe 1 est constitué par un seul site (BS1) dont le peuplement est composé exclusivement par les espèces amphihalines connues pour leur grande euryhalinité. Il s'agit de *Petromyzon marinus*, *Alosa algeriensis*, *Mugil cephalus*, *Chelon ramada*, *Chelon aurata* et *Dicentrarchus labrax*. Ce groupe est corrélé positivement avec l'axe F1. Il se caractérise par une certaine homogénéité de la structure faunistique et des caractéristiques biologiques.

Le groupe 2 corrélé négativement à l'axe F1. Il manifeste une forte hétérogénéité. Ce groupement est composé de :

- *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Hypophthalmichthys nobilis* sont des espèces récoltées uniquement à la station TAK.
- *Sander lucioperca* est observées dans les barrages et retenues collinaires (stations TAK, CPJ, AIZ, DMZ)
- *Atherina boyeri* et *Rutilus rutilus*, espèces communes aux stations CPJ, TAK et OS1 (amont de la station TAK)

Le groupe 3 est corrélé positivement à l'axe F2. Il décrit un seul site (station CPJ). Trois espèces caractérisent ce groupe : *Abramis brama*, *Tropidophoxinellus callensis*, *Gambusia holbrooki*, Espèces introduites et déversées dans les retenues artificielles.

A ces trois groupements, les espèces les plus communes, représentatives des plans d'eau considérés dans leur ensemble, occupent le centre du graphique (*Anguilla anguilla*, *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus setivimensis*, *Pseudorasbora parva*)

Il apparait ainsi en terme de cette analyse que le peuplement est dominé essentiellement par des espèces à faible effectifs et peu fréquentes face aux espèces à large représentation que l'on peut qualifier d'espèces plastiques

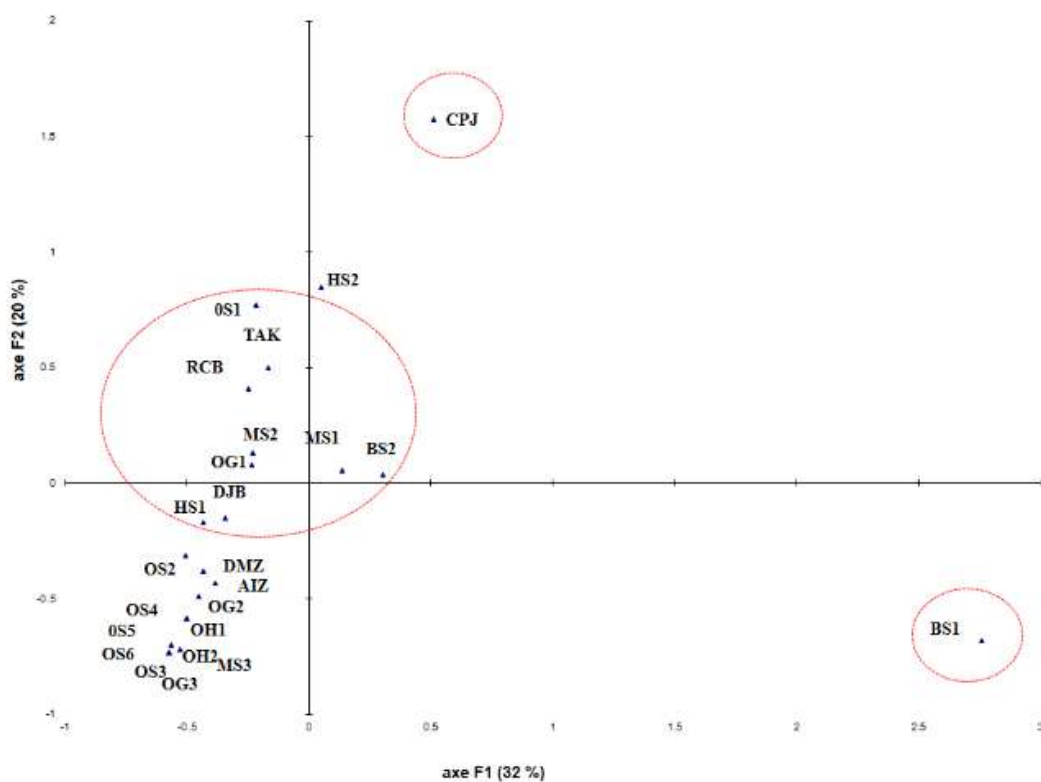


Figure 59. Distribution et noyaux des stations sur le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.

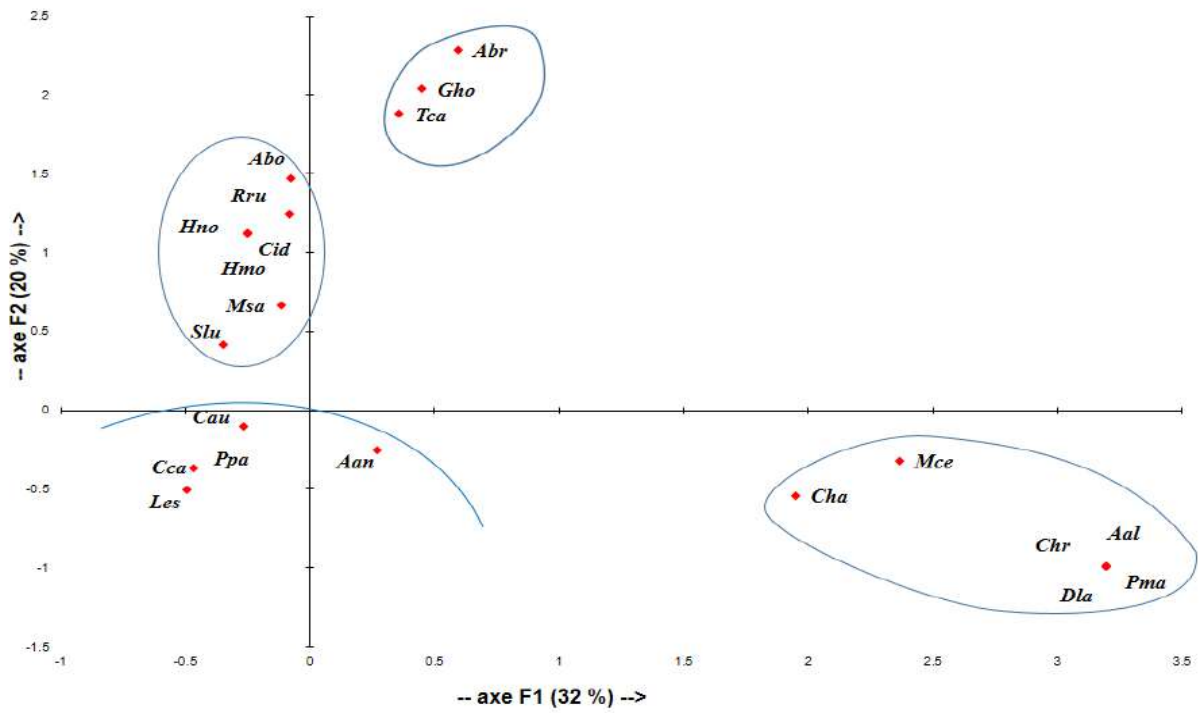


Figure 60. Distribution et noyaux des espèces sur le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.

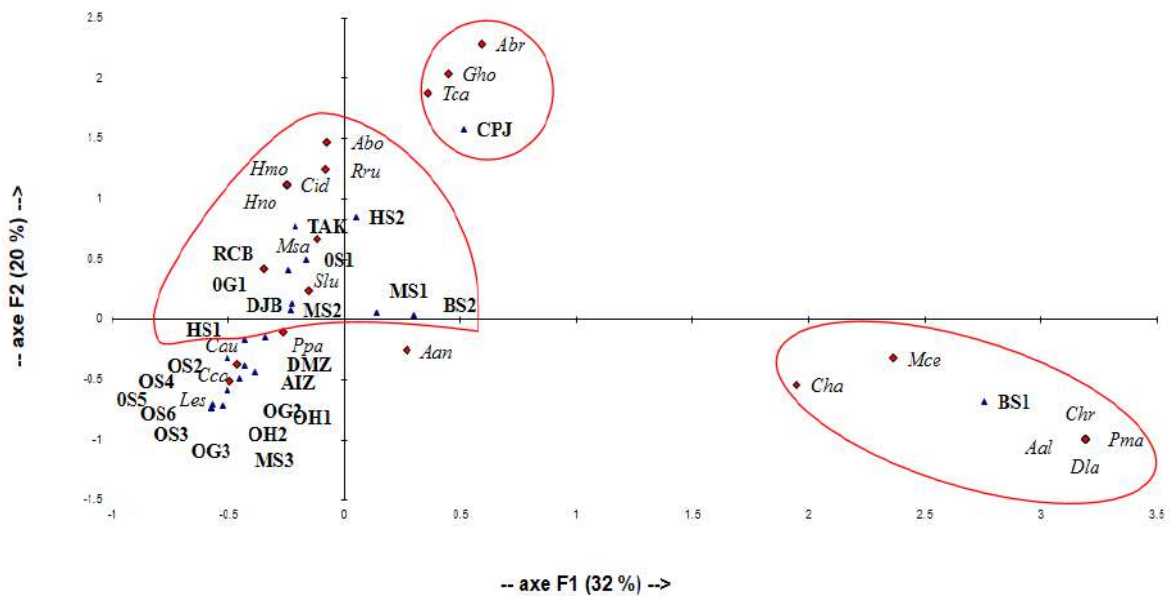


Figure 61. Distribution et noyaux des espèces et des stations dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC.

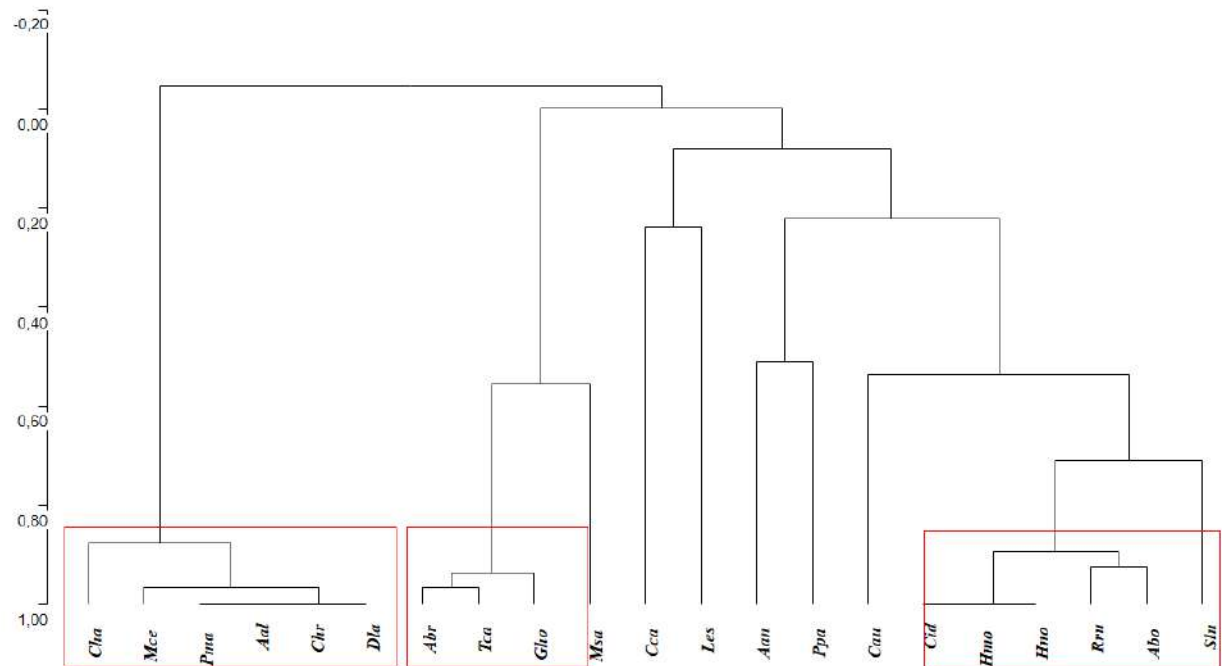


Figure 62. Dendrogramme de la distribution des espèces

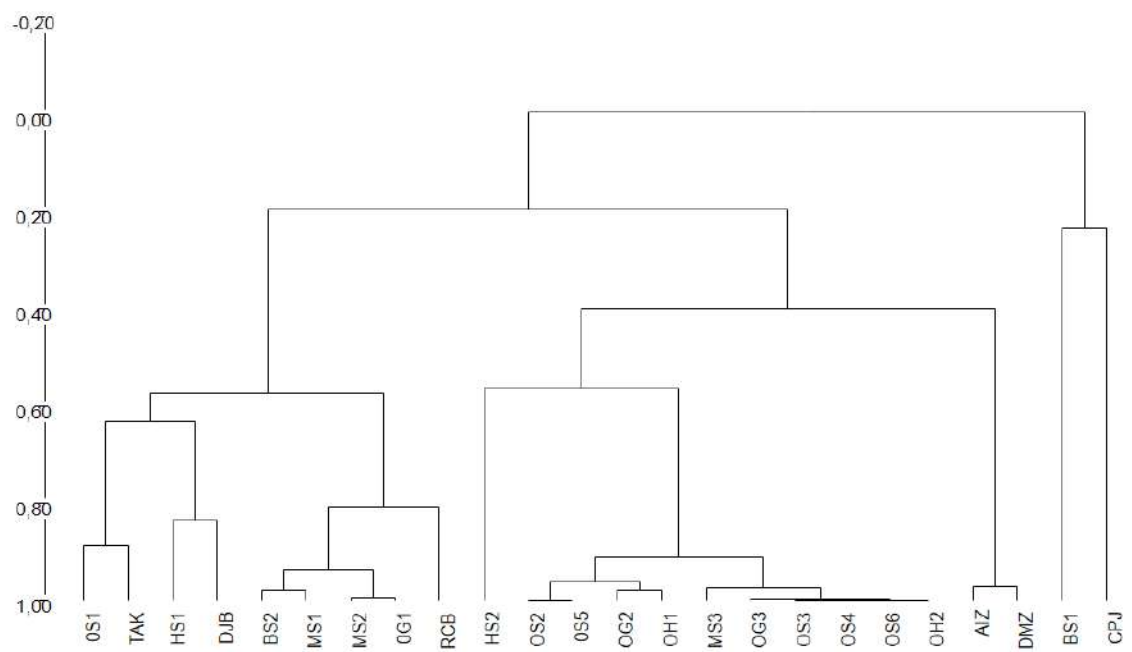


Figure 63. Dendrogramme de distribution des stations

4. Biologie et écologie des espèces inventoriées

Cette partie de la thèse sera consacrée à l'autoécologie des espèces répertoriés tout au long de ce travail, des données bibliographiques (systématique, biologie, écologie et répartition des espèces) sont rapportées, ainsi que des données d'occurrence pour chaque espèce. Des cartes géographiques indiquant les sites de capture pour chaque espèce dans la zone d'étude ont été réalisées avec le logiciel Arc Gis (version 10.8).

Ordre : Petromyzontiformes

L'ordre des petromyzontiformes est constitué d'une seule famille (Petromyzontidae.) qui se regroupe aujourd'hui en 49 espèces (KEITH et al., 2020)

En Algérie, cet ordre n'est représenté que par une seule espèce (*Petromyzon marinus*) appartenant à la famille des Petromyzontidae.

Famille : Petromyzontidae

Les Petromyzontidae ou lamproies sont des vertébrés aquatiques primaires. Bien que considérées comme des poissons ils se différencient par une bouche en ventouse, l'absence de nageoires paires et de mâchoires. Ce sont les Agnathes.

Une seule espèce appartenant à la famille des petromyzontidae a été rapportée par différents auteurs dans les eaux douces algériennes (BACHA & AMARA 2007 ; KARA, 2011 ; LOUNACI-DAOUDI, 2016) : *Petromyzon marinus*.

4.1.1.1. *Petromyzon marinus* Linné, 1758

Noms communs : Lamproie marine (anglais), Lamprois (français).

❖ Description morphologique

Petromyzon marinus se caractérise par un corps anguilliforme lisse et sans écailles, les yeux bien développés chez les adultes mais absentes chez les larves. Avec une narine médiane et sept orifices branchiaux circulaires de chaque côté de la tête, la bouche dépourvue de mâchoire en forme de ventouse, le disque oral est plus ouvert, a un diamètre plus large que le corps, les deux nageoires dorsales impaires sont séparées, la deuxième est contiguë à la caudale et absence de nageoires paire. La coloration est jaunâtre marbrée de brun sur le dos (BRUSLE et QUIGNARD, 2013).

❖ Biologie- Ecologie

La lamproie marine est l'une des plus grandes espèces parasites anadromes, quitte les eaux côtières à maturité sexuelle pour se reproduire dans les fleuves et rivières. La reproduction a lieu de fin avril à fin mai à des températures variant de 15 à 18 °C avec plus de 230 000 œufs par kg qui se collent sous les pierres du nid préparé au préalable par le mal à une profondeur d'environ 50 cm.

Les géniteurs meurent après reproduction (SPILLMANN, 1961). Des larves ammocètes de 5 mm éclosent après 10 à 15 jours, s'enfouissent dans le sable du nid pendant environ 35 à 40 jours (10 mm) gagnant la zone d'ammocètes pour y poursuivre la croissance de 5 à 7 ans (FREYHOF, 2007). Le sexe pourrait être déterminé par la productivité du milieu, l'ammocète de 130 à 150 cm se métamorphose en sub-adulte *Macrophtalmia* qui dévale en hiver, une fois en mer parasites diverses espèces durant la période de croissance (1 à 2 ans)

Petromizon marinus est une espèce anadrome qui vit en mer et remonte les cours d'eau pour la reproduction. Au stade larvaire, elle se nourrit de diatomées, d'algues et de débris organiques (BRUSLE & QUIGNARD, 2006). Les adultes mènent une vie de parasites fixés par leurs ventouses sur les poissons (SPILLMANN, 1961).

❖ **Distribution**

Cette espèce est présente en Europe, au nord de l'atlantique jusqu' à l'Island, des côtes Norvégiennes jusqu' à la mer de Barents, en mer du nord, mer baltique et en Méditerranée occidentale (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Quasiment disparue des cours d'eau du littoral Méditerranéen Français et sur les côtes ouest Italiennes (KEITH *et al.*, 2020).

En Algérie, l'espèce a été signalée par plusieurs auteurs, nous pouvons citer : BACHA & AMARA (2007) dans l'Oued Soummam, KARA (2011) à El Kalla et LOUNACI-DAOUDI *et al.* (2016) de l'oued Aïssi.

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

Cette espèce anadrome n'a été signalée dans la zone d'étude qu'à une seule reprise et est rarement collectée dans les rivières algériennes (LOUNACI-DAOUDI *et al.*, 2016). Nous ne pouvons pas exclure qu'elle réside en Kabylie en raison de son cycle de vie cryptique, au cours duquel la larve ammocète passe plusieurs années en eau douce, alors que les adultes remontent les rivières depuis la mer pour frayer avant de mourir, n'étant visibles que pendant une courte période (BAIKECHE *et al.*, 2021). Le seul enregistrement dans la région est en amont du barrage de Taksebt qui est infranchissable pour les poissons, ce qui signifie qu'il pourrait y avoir une population restante enclavée dans l'oued Aïssi. Des études plus poussées sont requises pour clarifier le statut écologique de cette espèce en Algérie et aussi pour une meilleure compréhension du cycle de vie de l'espèce.

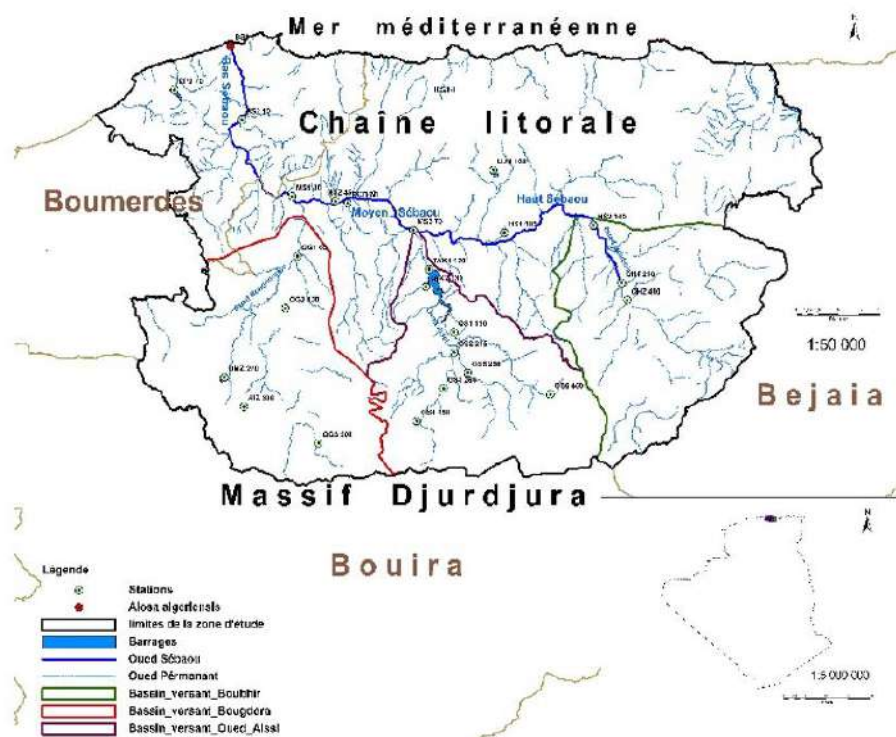


Figure 64. Carte de répartition de la lamproie marine (*Petromizon marinus*) dans la zone d'étude

4.2. Ordre : Anguilliformes

Les Anguilliformes sont un ordre de poissons téléostéens serpentiformes. L'ordre des Anguilliformes regroupe des poissons allongés, dépourvus de nageoires pelviennes et souvent sans nageoires pectorales. Les nageoires dorsale et anale sont confluentes avec la caudale. Ces poissons n'ont généralement pas d'écaillés ou bien pourvus d'écaillés cycloïdes. Les ouvertures branchiales sont généralement réduites, et les branchies en position très antérieures par rapport à la tête, dépourvus de peignes. De nombreux os sont fusionnés ou absents. L'ordre des Anguilliformes regroupe 21 familles

En Algérie l'ordre des Anguilliformes est représenté par une seule famille (Anguillidae) et une seule espèce (*Anguilla anguilla*)

4.2.1. Famille : Anguillidae

Les Anguillidae sont des poissons serpentiformes caractérisés par la présence de nageoires pectorales et des écaillés petites et incrustées dans la peau. Cette famille possède un seul genre

(*Anguilla*) et 16 espèces réparties en deux groupes : les anguilles de l'Indo-Pacifique et les anguilles de l'Atlantique. Poissons amphihalins thalassotoques qui se différencient pour l'essentiel par la distribution géographique, la longueur de leur nageoire dorsale, la couleur de leur peau (unicolore, bicolore, marbrée, mouchetée), le nombre de vertèbres et de myomères et enfin la disposition des dents maxillaires et vomériennes. Ils ont ainsi tous le même cycle biologique avec une reproduction en zone marine tropicale, migration des leptocéphales vers le plateau continental, métamorphose en anguille, colonisation des hydrosystèmes côtiers et/ou continentaux, métamorphose puis migration vers les zones de pontes, toujours présumées à des profondeurs comprises entre 100 et 150 m et à des températures de 22 à 24 C (KEITH., *et al* 2020).

En Algérie cette famille est représentée par une seule espèce : *Anguilla anguilla*.

4.2.1.1. *Anguilla anguilla* (Linné, 1758)

Noms communs : European Eel (Anglais), L'Anguille Européenne (Français).

❖ **Description morphologique**

Corps serpentiforme très allongé et cylindrique, de section arrondie dans la partie antérieure, elle mesure de 40 à 150 cm. Petite tête se terminant avec une grande bouche munie de mâchoires puissantes garnie de petites dents disposées en plusieurs séries. Les yeux sont ronds et petits, quatre narines bien marquées sur le museau occupant un rôle important dans l'odorat (ARIBA, 2011). Les nageoires caudale, anale et dorsale sont liées, dépourvues de rayons épineux, nageoires pelviennes absentes et les écailles apparaissent très tardivement de forme ovales. Sa couleur varie selon le stade de croissance le plus souvent le dos est d'une teinte brune verdâtre et le ventre argenté (SPILLMANN, 1961).

❖ **Biologie- Ecologie**

L'anguille est un poisson migrateur amphihalins (de la mer vers l'eau douce puis a nouveau vers la mer), Thalassotoque (qui se reproduit en mer) et catadrome (qui après une période de croissance dans un cours d'eau regagne la mer). La reproduction a lieu au printemps dans la mer des Sargasses où sont observées les plus petites larves, la zone de ponte n'est toujours pas localisée avec certitude, aucun œuf ni reproduction n'ayant été observé dans le milieu naturel (KEITH et al., 2020). Pendant la migration, la mise en route des mécanismes hypo-osmorégulateurs survient avant l'arrivée en eau salée. Pendant la métamorphose, l'anguille cesse de se nourrir et il y a régression du tractus digestif. Le foie subit des modifications au niveau de sa structure et de son métabolisme avec une accumulation de réserves lipidiques (FONTAINE, 1994). Elle fraie dans la mer après avoir parcouru des milliers de kilomètres des régions où elle s'est développée à des profondeurs qui varient entre 100 et 300 m. Les larves sont pêchées pendant les mois de mars et avril (BENT J. & MUUS, 1973).

Elle présente un régime alimentaire carnivore benthique très diversifié : poissons, écrevisses, escargots d'eau, vers, insectes (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

❖ **Distribution**

L'anguille est présente dans tout le bassin Méditerranéen ainsi que dans les deux mers Noire et d'Azov (FORD et al., 2020). Elle est connue du nord de la Norvège aux îles Canaries dans l'est de l'océan Atlantique, y compris le bassin de la mer Baltique et les îles britanniques (FREYHOF et al., 2020).

L'anguille est considérée comme une espèce autochtones des cours d'eau du Maghreb qui ont une connexion avec la mer méditerranée (GERVAIS (1853), PELLEGRIN (1921) et plus récemment dans les travaux de BACHA & AMMARA (2007), KARA (2011), LOUNACI-DAOUDI et al. (2016) et BAIKECHE et al. (2021)).

Dans la région du Maghreb peu de données existent sur les tendances des populations d'Anguilles. En revanche des études suggèrent qu'en Europe occidentale, le recrutement de civelles a chuté d'au moins 90 % depuis le début des années 1980. Un déclin de population estimé à plus de 50% dans toute l'aire de répartition de l'espèce. Bien que les principaux facteurs ne soient pas entièrement élucidés, les causes de ce déclin sont : la surpêche commerciale, la pollution, la perte d'habitat, la construction de barrages et autres formes d'obstruction des rivières (KEITH et al., 2020).

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

L'anguille européenne est observée dans quatre lacs de barrage de Kabylie (Taksebt, Djebba, Ain Zaouia et Draa El Mizan) et les principaux cours d'eau de la vallée du Sébaou (oued Sébaou, oued Aissi, oued Bougdourra, oued Boubhir, assif Sahel). Cette espèce est fortement affectée par les barrages car ces derniers bloquent ses voies de migration.

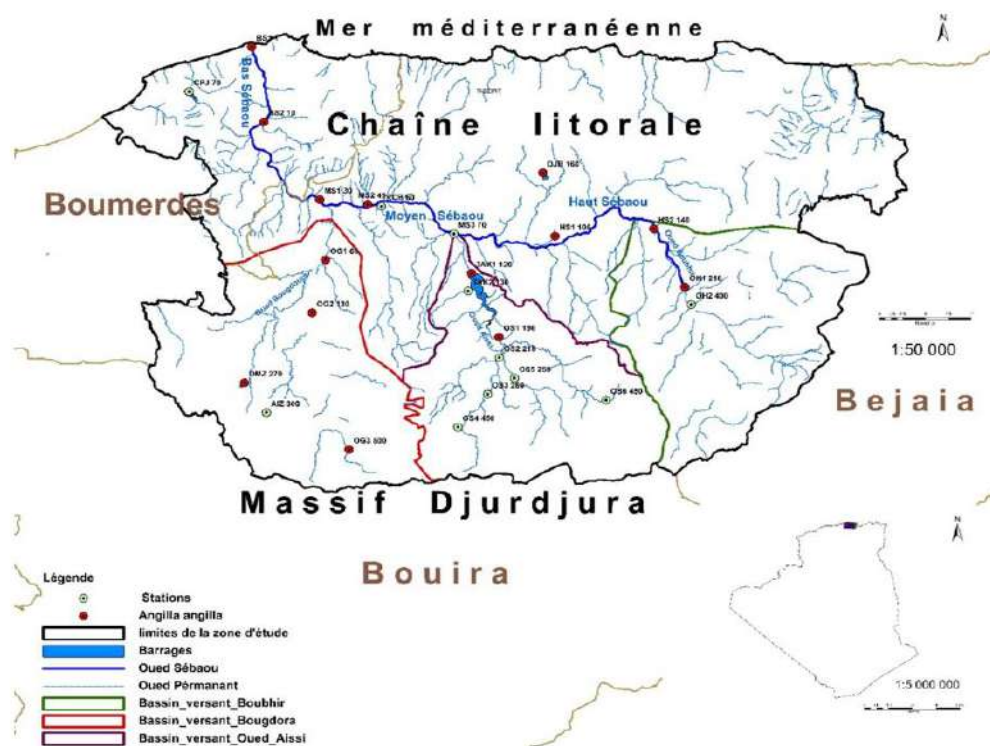


Figure 65. Carte de distribution de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans la zone d'étude.

4.3. Ordre : Clupeiformes

Les Clupéiformes possèdent des critères morphologiques à la fois archaïques et spécifiques : chambre crâniale appelée recessus lateralis et os pariétaux séparés par le supra-occipital, absence de dents sur l'os parasphénoïde, nombreux rayons branchiostèges et arêtes, vessie de type physostome et larves non leptocéphales. Les clupéiformes sont surtout des poissons marins vivant dans toutes les mers du globe. Ils vivent en bancs et beaucoup sont planctophages. Quelques espèces colonisent ou utilisent l'eau douce. Cet ordre comprend six familles (Denticipitidae, Chirocentridae, Pristigasteridae, Engraulidae, Clupeidae, Sundasalangidae), 83 genres et 357 espèces (KEITH et al., 2020). Trois espèces du genre *Alosa* appartenant à la famille des Clupeidae sont citées dans les côtes algériennes, en lagunes et dans les embouchures des oueds : *Alosa algeriensis*, *Alosa alosa*, *Alosa fallax*.

4.3.1. Famille : Clupeidae

La famille des Clupeidae se compose de cinq sous-familles, 56 genres et 181 espèces.

Le genre *Alosa* renferme 16 espèces avec 27 sous-espèces (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Il est représenté sur nos côtes et dans nos cours d'eau par trois espèces : *Alosa alosa* (Linnaeus,

1758), *Alosa fallax* (Lacepède, 1803), *Alosa algeriensis* Regan, 1916. Les représentants de ce genre sont caractérisés par une échancrure médiane très nette de la mâchoire supérieure où se loge la symphyse médiane de la mâchoire inférieure. Une tâche noire ou une rangée de points noirs est présente en arrière des opercules. Lorsqu'elles sont nombreuses, les branchiospines se recouvrent entre elles sur l'axe médian du premier arc branchial. La rangée de scutelles ventrales est proéminente.

4.3.1.1. *Alosa algeriensis* Regan, 1916

Noms communs : North Africain shad (Anglais.), Alose nord-africaine (Français.)

Taxonomie : (SVETOVIDOV , 1973 ; WHITEHEAD et al, 1986) considèrent *Alosa algeriensis* comme un synonyme de *A. fallax*. Alors que, KARTAS (1991) et KOTTELAT ET FREYHOF (2007) la reconnaissent comme espèce valide. À l'heure actuelle, des travaux sont en cours pour pouvoir statuer sur la taxonomie de cette espèce. Dans le présent travail, *Alosa algeriensis* est considérée comme une espèce valide.

❖ Description morphologique

Le corps est généralement fusiforme subcylindrique souvent fortement comprimé. La tête est typique avec deux supra-maxillaires, une mâchoire inférieure courte de forme triangulaire petite et terminale de type supérieure inférieure courte de forme triangulaire. Les dents sur les mâchoires sont petites. Les arcs branchiaux portent un peigne serré de branchiospines que l'on compte pour déterminer l'espèce ou la sous-espèce. La nageoire dorsale, assez courte est située au milieu du dos. Les nageoires pectorales sont surbaissées et les pelviennes en position abdominales. La nageoire caudale est fourchue, homocercue et soutenue par une série de petits os. Il n'existe pas de ligne latérale. Les écailles, bien développées de type cycloïde, sont au nombre de 40 à 50 en série longitudinale et sont peu adhérentes. Une carène ventrale de scutelles est en général présente. Les Vertèbres sont au nombre de 37 à 60. Le dos est bleu foncé ou bleu vert et les flancs argentés. La taille maximale (LT) est souvent inférieure à 40 cm. De couleur bleu-verdâtre à violet ou brun-vert, les flancs argentés et très brillons (BRUSLE & QUIGNARD, 2006). Absences de ligne latérale, opercule strié et œil recouverte d'une membrane épaisse et transparente (BENT & PREBENDAHL, 1973). Possède des tâches noires sur le flanc, de 40 à 60 branchiospines avec une taille maximale de 430 mm (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

❖ Biologie- Ecologie

Cette espèce est principalement anadrome, bien qu'une poignée de sous-populations non confirmées puissent être des résidents enclavés des lacs artificiels d'eau douce (UICN, 2022). Elle pénètre régulièrement dans les lagunes côtières et les rivières, frayant près des estuaires dans les eaux douces et saumâtres (de 80 000 et 200 000 œufs par femelle) (BENT & PREBENDAHL,

1973). La maturité sexuelle est atteinte à 3-4 ans pour les mâles et 4-5 ans pour les femelles. La migration en amont a lieu de la mi-mars à la fin mai, lorsque la température de l'eau atteint 14-18°C (UICN, 2018). La plupart des juvéniles migrent en aval vers les embouchures des rivières au cours de leur premier été et restent en mer jusqu'à leur maturité.

L'Alose mène une vie pélagique dans la mer, où elle vit en banc jusqu'à 100 m de profondeur, elle se sédentarise aussi dans les eaux stagnantes (BENT & PREBENDAHL, 1973). Elle se nourrit essentiellement de larves d'insectes aquatiques, de daphnies et de petits crustacés. A l'âge adulte, elle se nourrit de petits poissons et de gros crustacés (LOCHET, 2006).

L'espèce est affectée négativement par la pollution des rivières et des lacs, la dégradation des côtes et des estuaires et la modification des rivières, en particulier la construction de barrages et les prélèvements d'eau.

❖ **Distribution**

Alosa algeriensis est une espèce originaire du littoral méditerranéen de l'Afrique du Nord. Elle est présente dans les fleuves côtiers de la rive sud-ouest de la méditerranée (Tunisie, Algérie et Maroc) (KOTTELAT & FREYHOF, 2007 ; FORD et al., 2020 ; FREYHOF et al., 2020).

Cette espèce est diadrome et est principalement menacée par la construction de barrages qui bloquent ses voies de migration habituelles, à cela s'ajoute une pollution généralisée depuis le milieu du 20e siècle.

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

L'alose nord-africaine est menacée selon la liste rouge de l'UICN, mais l'espèce est répandue le long de la côte méditerranéenne de l'Afrique du Nord (FORD et al., 2020), précédemment identifiée comme *Alosa alosa* ou *Alosa fallax* par plusieurs auteurs (LOUNACI-DAOUDI et al., 2016 ; BACHA & AMRA, 2007 ; KARA, 2011).

Durant notre présente étude, cette espèce est enregistrée à Takdempt où elle se reproduit potentiellement. Des travaux sont en cours afin de clarifier la situation de cette espèce dans les côtes Algériennes



Figure 66. Carte de distribution de l'Alose nord-Africaine (*Alosa algeriensis*).

4.4. Ordre : Cypriniformes

Les Cypriniformes constituent l'ordre le plus important au sein de l'ensemble des Ostariophysaires. Ils sont caractérisés par la présence d'une vessie natatoire divisée en deux chambres, de tubercules nuptiaux, de nageoires pelviennes en position ventrale (KEITH et al., 2020). Ils présentent un appareil de Weber, organe acoustique osseux issu d'une modification des premières vertèbres et reliant la partie antérieure de la vessie natatoire à l'oreille interne. Les Cypriniformes possèdent des dents pharyngiennes complètement soudées au cinquième arc branchial et en opposition à une excroissance du basioccipital protégée par une solide plaque cornée. L'ensemble constitue un appareil eurdécérateur extrêmement efficace qui compense l'absence totale de dents sur les mâchoires, cet ordre comporte désormais 21 familles dont 9 mono-génériques, voire mono-spécifiques (TAN & ARMBRUSTER., 2018).

4.4.1. Famille : Cyprinidae

La famille des cyprinidae est de loin la plus considérable quant au nombre des genres, des espèces et des individus (KEITH et ALLARDI., 2001). Ce sont des poissons typiquement d'eau douce, aucun d'entre eux ne vit en mer et la plupart ne support qu'une salinité minimale (sténohalins).

Dans cette famille, la duplication du génome, polyploidisation, est un phénomène fréquent, ce qui rend la classification en genres et en espèces très difficile (TAN & AMBASER, 2018).

Les Cyprinidae ont des dents pharyngiennes sur une à trois rangées, et jamais plus de huit dents sur une rangée. Le premier pharyngobranchial est absent et le deuxième et le troisième se chevauchent. Il y a présence ou non de barbillons sur la bouche et la mâchoire supérieure est bordée uniquement par le prémaxillaire (KOTTELAT & FREYHOF, 2007 ; KEITH et al., 2020).

4.4.1.1. *Cyprinus carpio* Linné, 1758

Noms communs : Eurasian carp (Anglais) ; Carpe commune (Français)

❖ **Description morphologique**

La carpe commune est pourvue d'un corps massif, recouvert totalement de grandes écailles semblables sauf la tête, on compte entre 33 et 40 écailles le long de la ligne latérale. La bouche est protractile munie de 4 barbillons sensoriels. Sa nageoire dorsale est longue et tronquée, dépourvue de rayons épineux, la caudale bien échancrée. Ses dents pharyngiennes et muscles pharyngiens sont très puissants. La coloration du dos est sombre, gris-vert à gris-brun, les flancs sont à reflets dorés et le ventre est blanc-crème. Sa taille moyenne est de 50 à 75 cm, un maximum de 1 m pour un poids de 25 kg. Elle peut vivre jusqu'à 15 à 20 ans (maximum de 30 ans). On note la présence de tubercules sur la tête et le corps lors du frai (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

Certaines formes, comme la carpe miroire, ont une écaillure incomplète. Elle possède plus que quelques écailles disséminées sur le corps ou quelques rangs d'écailles souvent le long de la nageoire dorsale ou sur la ligne latérale. Elle est très résistante même dans les conditions extrêmes (SPILMANN, 1961), d'autres comme la carpe cuir, sont dépourvues d'écailles.

❖ **Biologie- Ecologie**

La carpe commune se rencontre généralement dans les eaux tièdes, stagnantes (lacs, étangs, réservoirs, bras morts) ou lentes (partie inférieure des cours d'eau à fonds de sable ou de vase riches en végétation aquatique). Elle a une prédilection aux eaux chaudes, de 27° à 32°c et supporte les eaux saumâtres, tolère une faible concentration en oxygène (valeur létale : <1 mg/l) (ESCUDERO-GARCIA et al., 1997). Elle est grégaire, benthique, sédentaire et de mœurs plutôt nocturnes. Elle préfère des habitats à faible intensité lumineuse. C'est une espèce omnivore (MICHEL & OBERDORFF, 1995) qui a une préférence pour les proies animales et végétales benthiques (BILLARD, 1995). Les larves se nourrissent de plancton et ensuite deviennent benthophages (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). C'est un migrateur holobiotique qui se déplace vers les annexes hydrauliques (prairies inondées, fond des bras morts...) lors de sa période de reproduction et les

eaux profondes en hiver, où elles se rassemblent en grand nombre. C'est un poisson grégaire qui s'isole avec l'âge.

La croissance des carpes est variable, elle dépend avant tout de la qualité de la nourriture. La prise de poids est rapide les premières années : 50 à 100 g le premier été, 500 à 800 g le deuxième été et 1 à 2 kg au bout du troisième été. Dans les élevages, les carpes atteignent 2 à 3 kg au bout de 3 à 4 années (KOTTELAT, 1997).

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 2 ans chez les mâles et 3 ans chez les femelles. Une femelle de 5 kg produit en moyenne 765 000 œufs. La ponte se déroule de mai à juillet, et de mars à août (BRUSLE et QUIGNARD, 2001) nécessite une température de l'eau supérieure à 17-18°C.

La frai a lieu dans une eau tranquille et peu profonde lorsque la température se situe entre 22 et 24°C. La femelle pond entre 160 000 et 200 000 œufs par Kg de son poids. Les œufs adhérents à la végétation immergée pour éclore 3 à 8 jours plus tard.

La carpe et le carassin commun peuvent s'hybrider et donner des individus stériles nommés carpe de Kollar. Ces poissons aux caractères intermédiaires sont très résistants et ont une croissance rapide (KEITH et al., 2020).

❖ **Distribution**

La carpe, *Cyprinus carpio* est une espèce originaire d'Asie (bassin de la mer Noire, peut-être aussi des bassins de la mer Caspienne et de la mer d'Aral) (KOTTELAT & FREYHOF, 2007), largement introduite dans le monde entier. Elle a fait l'objet d'une aquaculture intensive. Aujourd'hui, c'est le poisson d'eau douce le plus largement répandu dans le monde. Il est présent en plaine et dans certains lacs de montagne où les températures sont trop basses pour sa reproduction.

En Algérie, l'espèce a été introduite depuis les années 1860 dans la Mitidja (MOREAU *et al.*, 1988) et depuis s'est très bien acclimatée. Actuellement, elle est présente dans la plupart des plans d'eau du nord du pays et des hauts plateaux (BACHA & AMARA, 2007 ; MEDDOUR, 2010 ; KARA, 2011 ; CHAIBI, 2014 ; LOUNACI-DAOUDI et al., 2016).

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

Dans la région d'étude, l'espèce observée en aval de l'oued Sébaou et dans les lacs de barrages.

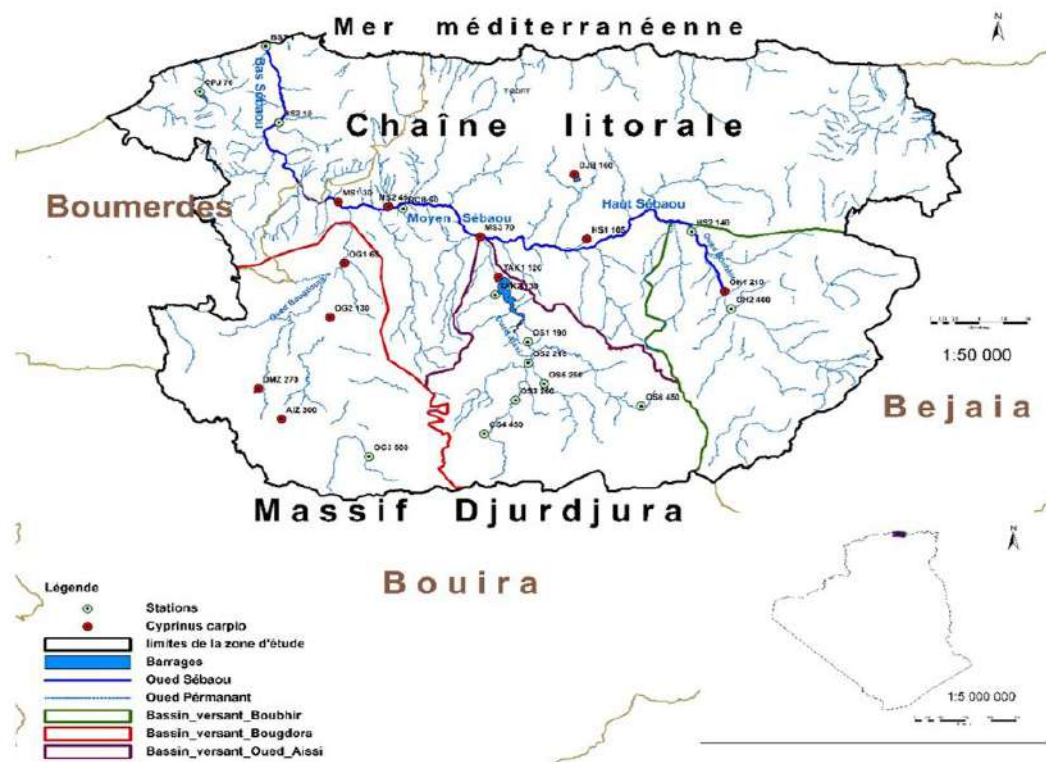


Figure 67. Carte de distribution de la Carpe commune (*Cyprinus carpio*) dans la zone d'étude.

4.4.1.2. *Luciobarbus setivimensis* (Valenciennes, 1842)

Noms communs : Kabyl barbel (Anglais), Barbeau de Kabylie (Français).

❖ Description morphologique

C'est un poisson de taille modeste dépassant rarement les 30 cm pour un poids de 800 g. Son corps est fusiforme, les flancs de couleur vert clair / brun nuance, le ventre jaune à blanc et le dos vert olive foncé. Les écailles sont cycloïdes au nombre de 43 à 47 le long de la ligne latérale. Les yeux sont petits, la bouche avec des lèvres épaisses muni de deux paires de barbillons sensoriels, deux paires de nageoires (pectorales et ventrales) et trois nageoires impaires (anale, caudale, dorsale). La forme de son ventre est adaptée à la vie sur le fond.

❖ Biologie- Ecologie

Les barbeaux sont des poissons rhéophiles et limnophiles, ils affectionnent les fonds de galets et de graviers qui leurs permettent de se dissimuler. Ils fréquentent les eaux claires et courantes, mais pas trop froides. Son régime alimentaire est très varié. Il est constitué de macro invertébrés, de zooplancton, d'algues et de débris végétaux mais sa tendance est plutôt zoophage (CHERGHOU et al., 2002).

Cette espèce habite les rivières pérennes et les affluents temporels, et a colonisé un certain nombre de réservoirs artificiels créés par la construction de barrages. Certaines sous-populations habitant des chenaux intermittents survivent à des périodes sèches dans des bassins restants qui fonctionnent comme des refuges.

La reproduction chez le barbeau est très dépendante des conditions environnementales, la maturité sexuelle est déterminée par des températures tièdes à chaudes en fin de printemps début d'été (BILLARD et al., 1978). Elle s'effectue dans les zones peu profondes avec un courant relativement rapide avec un fond en graviers. La maturité sexuelle est précoce chez les mâles (2-3 ans) et tardive chez les femelles (5-6 ans) (KRAIEM, 1994). La femelle pond entre 3000 à 8000 œufs de 1 à 2 mm de diamètre sur un substrat caillouteux et sur les végétaux.

❖ **Distribution**

Les barbeaux constituent le genre prédominant dans les eaux douces d'Afrique du Nord avec un nombre considérable espèces ou sous-espèces endémiques. Sur un total de 23 espèces valides de barbeaux appartenant à trois genres (), neuf espèces ont été identifiées d'Algérie toutes appartient à un seul genre (*Luciobarbus*)

Le barbeau Kabyle est l'espèce de poisson d'eau douce indigène la plus commune et la plus répandue de Kabylie. Cette espèce est endémique d'une série de rivières drainant le versant nord des montagnes de l'atlas tellien en Kabylie. Son aire de répartition s'étend vers l'est de la rivière Sébaou aux hydro-systèmes de l'oued Soummam et Agrioun.

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

Elle est présente dans toute la partie moyenne et supérieure du bassin versant du Sébaou, y compris les trois principaux affluents et tous les lacs artificiels. C'est souvent la seule espèce présente dans les cours d'eau d'amont mais elle est absente dans le bas Sébaou.

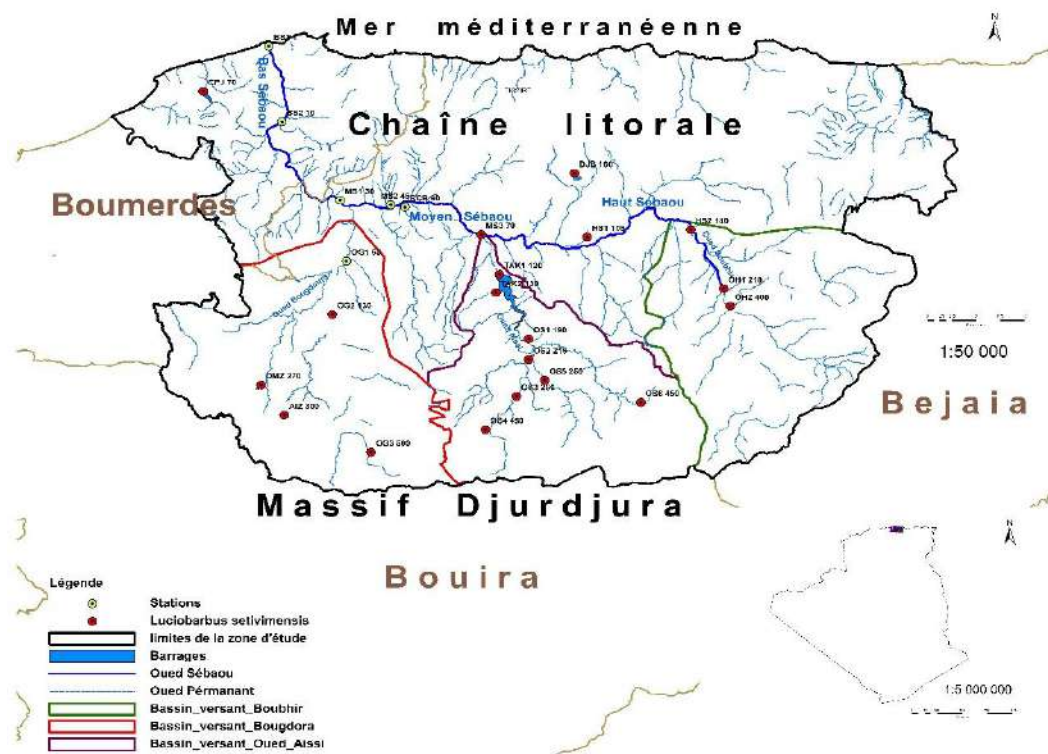


Figure 69. Carte de répartition du Barbeau Kabyle (*Luciobarbus setivemensis*) dans la zone d'étude.

4.4.1.3. *Carrassius auratus* (Linné, 1758)

Le genre *Carassius* (JAROCKI, 1822) se distingue par l'absence de barbillons. Les éléments de ce genre sont caractéristiques des eaux mortes et marais enherbés des plaines d'inondations.

Noms communs : Goldfish (Anglais) ; Carassin doré ; Poisson rouge (Français).

❖ Description morphologique

Carassius auratus, plus communément appelé poisson rouge, est un poisson d'eau douce a un corps allongé et trapu de couleur dorée brillante bien connue. La couleur des populations sauvages varie du doré au vert olive, voire au blanc crème. Il possède une longue nageoire dorsale avec 15 à 21 rayons et une épine dorsale dure à la base des nageoires dorsale et anale. La ligne latérale est complète, avec 25–31 écailles en série latérale. Il se distingue des autres cyprinidés asiatiques par la présence d'une colonne vertébrale dentelée et raide à l'origine des nageoires dorsale et anale. Les cyprinidés asiatiques ont une colonne vertébrale raide et non dentelée à cette position (ROBISON & BUCHANAN, 1988 ; PAGE & BURR, 1991). La nageoire anale du mâle est concave, alors que celle de la femelle est convexe.

❖ Biologie- Ecologie

Le carassin doré fréquente des eaux calmes, stagnantes et peu courantes (l'aval du plan d'eau) ; thermophile et peu exigeant vis-à-vis de la concentration en oxygène et de la qualité des eaux ; très tolérant à différents stress environnementaux (HENSLEY & COURTENAY, 1980 ; TRAUTMAN, 1981 ; ROBISON & BUCHANAN, 1988 ; BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Il se nourrit de larves d'insectes et de petits invertébrés, de plancton et des végétaux (BILLARD, 1997). Il tolère les hauts niveaux de turbidité (WALLEN, 1951). Le régime alimentaire omnivore comprend les crustacés planctoniques, le phytoplancton, les larves d'insectes, les œufs et alevins de poisson, la végétation benthique et les détritiques (SCOTT & CROSSMAN, 1973 ; HENSLEY & COURTENAY, 1980 ; ROBISON & BUCHANAN, 1988 ; MOYLE, 2002). Les poissons rouges en quête de nourriture peuvent créer des niveaux élevés de turbidité, ce qui peut entraîner le déclin de la végétation aquatique (RICHARDSON et al., 1995). Le poisson rouge peut atteindre 59 cm LT et atteindre 3,0 kg, Cependant, ils n'atteignent généralement que 15 à 20 cm de long et pèsent entre 100 et 300 g (SZCZERBOWSKI, 2001)

La maturité sexuelle est conditionnée par une température chaude (24 °C) et une photopériode longue (16h de jour) ; la fécondité est de 160 000 à 200 000 ovocytes/ kg de poids frais. La ponte peut se produire à partir de 16 °C (RAZANI & HANYU, 1986). La reproduction qui est multiple, a lieu en juin-juillet à 20-25 °C sur les plantes. Les femelles pondent entre 10 000 et 80 000 œufs de 1.5 à 1.7 mm par ponte. Les œufs éclosent en 3 jours à 25°C et les jeunes atteignent une taille 6-8 cm au bout de leur première année. La durée de vie habituelle est de 6 à 7 ans mais le poisson-rouge peut vivre plus de 20 ans en captivité avec un maximum de 30 ans (ROBISON & BUCHANAN., 1988 ; BRUSLE & QUIGNARD., 2001).

Il y a eu beaucoup de confusion concernant le statut taxonomique de cette espèce. De nombreux auteurs ont reconnu deux sous-espèces dans son aire d'origine : *C. auratus* (poisson rouge, poisson rouge chinois ou poisson rouge asiatique) d'Asie et *C. gibelio* (carpe prussienne, gibèle ou poisson rouge européen) d'Europe orientale (RAICU et al., 1981). D'autres ont conclu que le poisson rouge est une sous-espèce de *Carassius carassius* (c.-à-d. *C. Auratus*). Il a été signalé que *C. auratus* est un dérivé tétraploïde de *C. carassius* (JENKINS & BURKHEAD, 1994). Il existe de nombreuses variétés de poissons rouges mutants et celles-ci présentent un large éventail de formes et de couleurs de corps.

C. auratus se particularise du *C. carassius* par un nombre plus élevé de branchiospines de 37 à 53 contre 22 à 23 chez le *Carassius carassius* et la ligne latérale comporte 27 à 31 écailles contre 31 à 35 chez le *Carassius carassius*.

❖ Distribution

L'espèce est originaire de l'Asie de l'Est, du fleuve Amour au bassin de la rivière des Perles, en passant par la péninsule coréenne et Taiwan (FREYHOF & KOTTELAT, 2007). Elle a

été domestiquée en Chine il y a plus de 1000 ans, introduit au Japon au 16^{ème} siècle et importé du Japon en Europe : Portugal 1611, Angleterre 1691 et France 1755 (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). *C. auratus* a été introduit dans toute l'Europe et dans la plupart des pays du monde comme la forme asiatique du poisson rouge. Plusieurs pays font état d'un impact écologique négatif suite à l'introduction (KOTTELAT, 1997).

❖ Présence dans la zone d'étude et remarques

Le Carrassin doré est présent différents niveaux de l'oued Sébaou (s.s), ainsi que dans ces principaux affluents.

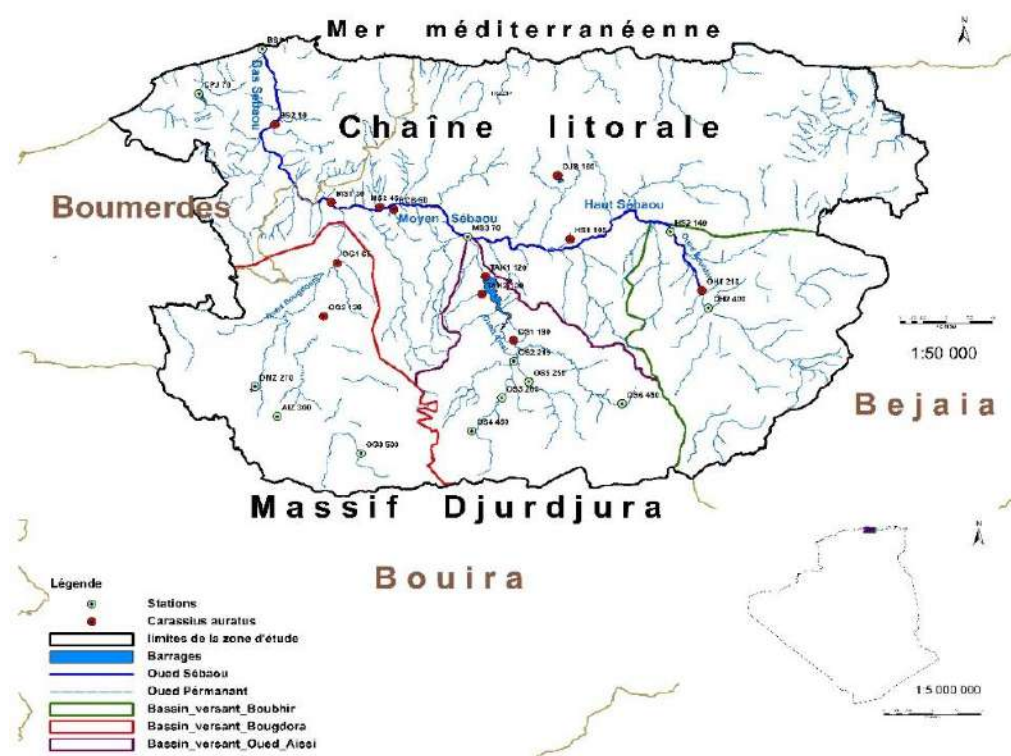


Figure 70. Carte de distribution du Carassin (*Carassius auratus*) dans la zone d'étude.

4.4.2. Famille : Xenocyprididae

Les représentants du groupe taxonomique des Xenocyprididae ont été élevés au rang de famille à la suite de révisions approfondies basées sur des données génétiques établies par TAN & ARMBRUSTER (2018). Les Xenocyprididae sont des espèces d'origine Asiatiques caractérisées par des dents pharyngiennes comprimés. Elles sont des espèces essentiellement herbivores ou planctophages.

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres (*Ctenopharyngodon* et *Hypophthalmichthys*) et trois espèces (*Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*). Ces espèces ont été introduites pour l'ensemencement des lacs des barrages afin de développer l'aquaculture et lutter contre la prolifération de la végétation aquatique.

4.4.2.1. *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)

Noms communs : Carpe herbivore, Carpe amour (Français). Grass Carp, White amur (Anglais)

Cette espèce anciennement classée dans la famille des Cyprinidae, elle fait désormais partie des Xenocyprididae. (TAN & ARMBRUSTER, 2018).

❖ **Description morphologique**

La carpe amour est caractérisée par un corps allongé, une tête large et des écailles sont bien visibles et bordées de noir, sa coloration est de gris-vert à gris-jaune au niveau du dos, les flancs sont dorés sombres et son ventre est jaune pâle. Les nageoires caudale et dorsale sont sombres et les nageoires paires sont plus pâles. Sa taille allant jusqu'à 1,50 m pour un poids de 35 kg. Sa croissance est rapide, soit de 10 à 12 kg à 4 ans (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

❖ **Biologie- Ecologie**

La carpe herbivore fréquente les eaux douces et saumâtres. Elle est une espèce à grande capacité d'acclimatation, lui permettant de s'adapter à des conditions écologiques variées. Mais elle est exigeante du point de vue thermique (eau tiède à chaude) pour son activité alimentaire et la reproduction (BRUSLE & QUIGNARD, 2006). Elle est phytophage et s'attaque de préférence aux végétations aquatiques supérieures et consomme près de 120 % de son poids quotidien et elle cesse de se nourrir dès que la température passe sous la barre de 15 °C (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Elle se reproduit exclusivement dans les grands fleuves rapides, la maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 4 ans chez les mâles et 5 ans chez les femelles. La fécondité est de 100 000 à 900 000 ovocytes, la ponte se déroule du mois d'avril à août, à une température de 20 à 25°C (pontes multiples) dans les zones d'inondation des fleuves, en eau à faible écoulement. Les œufs sont pélagiques, sont ensuite entraînés par le courant (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

❖ **Distribution**

Une espèce originaire d'Asie de l'Est (Bassin de l'Amour et du Yangtsé). Actuellement présente dans plus de cent dix pays, des populations bien établies en Asie centrale et en Amérique du nord (KOTTELAT & FREYHOF, 2007)

Des alevins ont été introduits pour la première fois en Algérie à partir de la Hongrie au milieu des années 1980 pour l'aquaculture et le contrôle de la prolifération de la végétation aquatique (BACHA & AMMARA, 2007). *C. idella* ne se reproduit pas naturellement dans le nord de l'Algérie mais continue d'être largement stockée (KARA, 2012)

❖ Présence dans la zone d'étude et remarques

La carpe herbivore a été recensée dans les réservoirs de Taksebt et d'Ain Zaouia au cours de la présente étude.

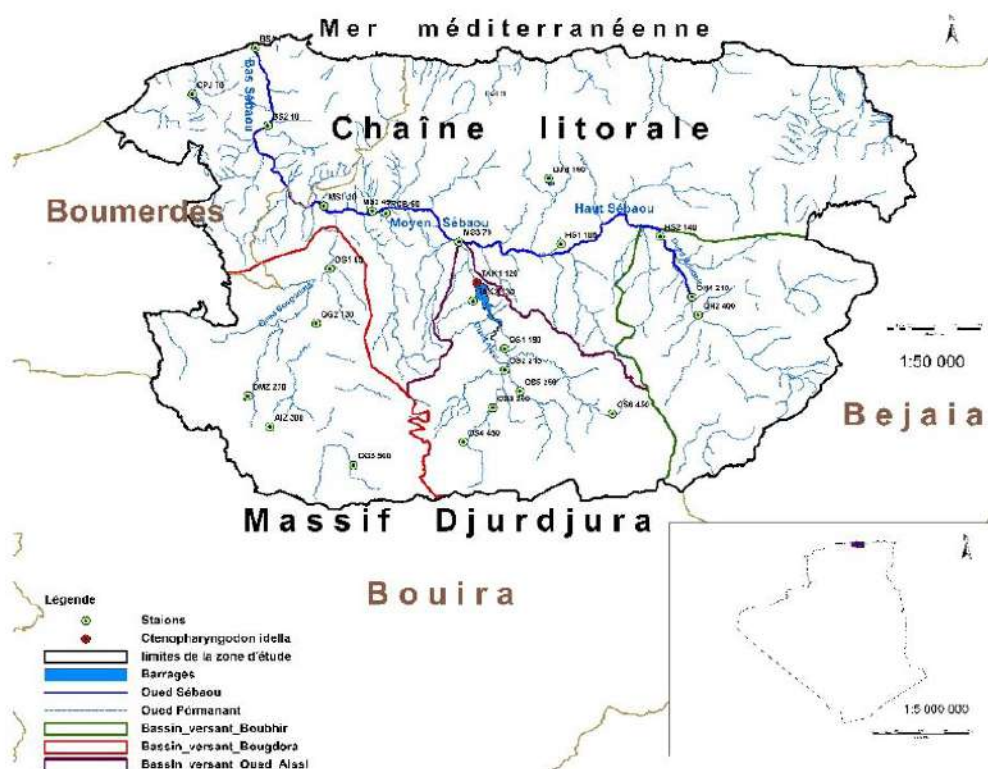


Figure 71. Carte de répartition de la Carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) dans la zone d'étude.

4.4.2.2. *Hypophthalmichthys molitrix* (Valencienne, 1844)

Nom commun : Silver carp (Anglais), Carpe argentée (Français)

Synonyme de *Aristichthys molitrix*, classée dans la famille des Cyprinidae. Elle fait désormais partie des Xenocyprididae.

❖ Description

La carpe argentée est un poisson à corps massif, haut, comprimé latéralement avec une tête large et pointue dotée d'une assez grande bouche supérieure, dépourvue de barbillons, des yeux en

dessous de la ligne médiane du corps, dos sombre, flancs et ventre gris chez l'adulte. Écailles très nombreuses et petites. La ligne latérale complète incurvée vers le bas jusque sous la région moyenne de l'abdomen. Nageoires pectorales en position basse et longues. Nageoires pelviennes en position abdominale. Nageoire anale à base plus longue que la dorsale à bord libre concave, caudale fourchue. Carène ventrale marquée, sans écailles de la base de la tête à l'anale. Peut atteindre 1m et 20 kg environ dans son aire d'origine (KEITH et al., 2020).

❖ **Biologie- Ecologie**

La carpe argentée est une espèce d'eau douce strict qui utilise un niveau trophique peut exploiter (KEITH et al., 2020). Elle est considérée comme poisson nettoyeur, filtreur biologique. En effet, les jeunes de cette espèce sont zooplanctonophages ensuite jusqu'à 5 à 10 cm, deviennent phytoplanctonophages. Dans son aire de distribution naturelle, pendant la période de nourrissage, elle fréquente les eaux peu profondes (0,5-1,0m de profondeur), chaudes (> 21 °C) et calmes des fleuves, des lacs et les zones inondées avec des courants faibles. Dans les lacs, elle occupe les zones supérieures et moyennes dans la colonne d'eau. Les carpes argentées de plus grande taille consomment en général environ 20% de leur poids par jour. À 20 °C, la carpe argentée filtre l'eau et les particules en suspension à une cadence maximale de 18 à 25 litres par heure. Cependant, l'alimentation de la carpe argentée diminue fortement lorsque la température de l'eau est inférieure à 15 °C et cesse presque complètement lorsqu'elle descend en dessous de 8-10 °C (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Dans son aire de répartition naturelle, la carpe argentée migre vers l'amont pour se reproduire. Elle se reproduit dans des eaux profondes, turbides et chaudes supérieures à 18°C (généralement 22-30 °C), avec un courant élevé (1.1-3.0 m/s) et des concentrations élevées d'oxygène. Sa fécondité est de 100 000 œufs, et la femelle peut avoir 2 pontes par an, conditionnées par la température de l'eau (BAENSCH & RIEHL, 1991). Les œufs et les larves flottent vers l'aval dans les zones inondables. La période de migration vers les zones de ponte est relativement constante : de fin mai au début juillet pour la région du Terek dans le bassin de la mer Caspienne, de mi-mai à mi-juin en Arkansas (États-Unis), de juin au début août dans le fleuve Amour (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Lorsque la température de l'eau diminue en dessous de 17 °C, la ponte cesse et les Œufs déjà pondus commencent à mourir.

❖ **Distribution**

Espèce originaire des grands fleuves du sud de l'Asie, de l'est de la Chine et de l'extrême est de la Russie, introduite de manière officielle dans les lacs artificiels dans 95 pays à travers le monde, son introduction est interdite dans les milieux naturels (KEITH et al., 2020).

En Algérie, l'espèce a été introduite dans les lacs de barrages durant les introductions des années 1980 (BACHA & AMARA, 2007 ; KARA, 2011 ; CHAIBI, 2014 ; CHALABI, 2016). Le devenir des populations est peu connu.

❖ Présence dans la zone d'étude et remarques

Elle est apparue pour la première fois dans le réservoir de Taksebt juste après l'achèvement du barrage en 2002 (LOUNACI-DAOUDI *et al.*, 2016 ; BAIKECHE *et al.*, 2021). La carpe argenté a été enregistrée uniquement dans le réservoir de Taksebt au cours de la présente étude.

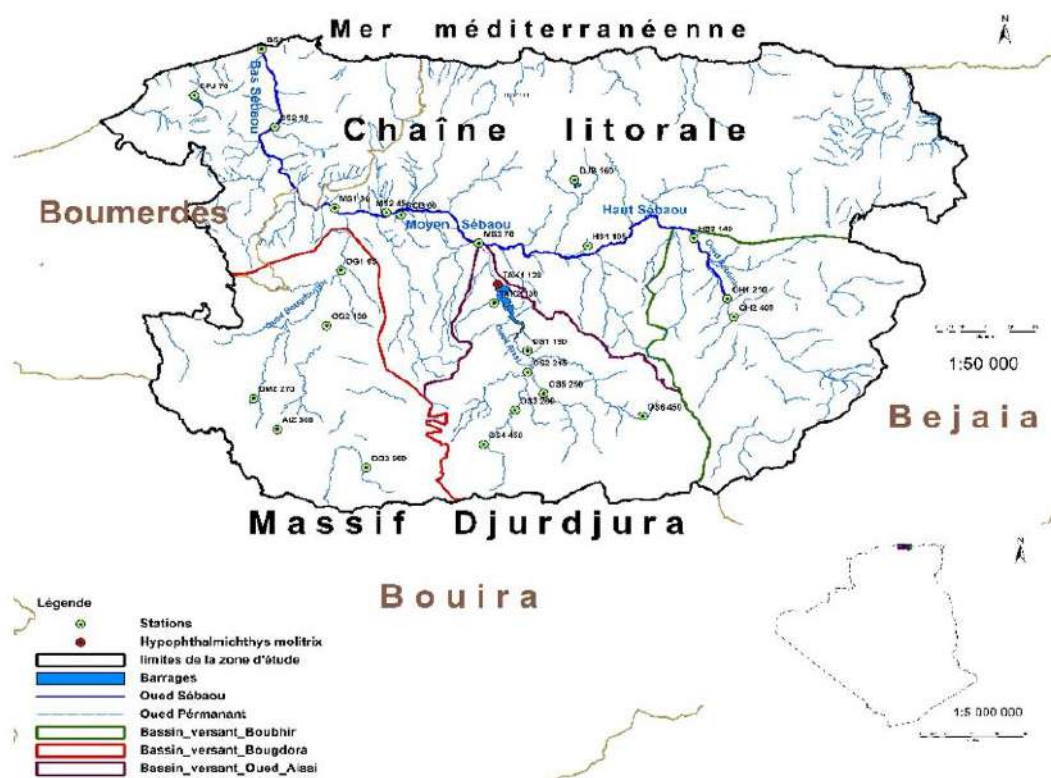


Figure 72. Carte de répartition de la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) dans la zone d'étude.

4.4.2.3. *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845)

Noms communs : Bighed carp (Anglais), Carpe à grosse tête, Amour marbré (Français).

Synonyme de *Aristichthys nobilis*, classée dans la famille des Cyprinidae. Elle fait désormais partie des Xenocyprididae.

❖ Description morphologique

H. nobilis est caractérisée par un corps allongé, haut, comprimé latéralement. Une grosse tête large et pointue représentant environ un tiers de la longueur du corps. Se caractérise aussi par

l'absence de barbillons. Des yeux gros situés sous la médiane du corps, plus bas que chez la carpe argentée. Régions dorsale de la tête et du corps noirâtre, une partie ventrale jaunâtre. Elle possède des écailles très nombreuses et petites avec une ligne latérale complète et nettement infléchie dans sa partie antérieure. Les nageoires pelviennes sont implantées en position abdominale, juste en avant de la dorsale, la nageoire anale à base plus longue que la dorsale, et une nageoire caudale fourchue. Carène abdominale allant des nageoires pelviennes à l'anale. Peut atteindre 40 kg dans son aire de répartition d'origine. (KEITH & ALLARDI, 2001)

❖ **Biologie- Ecologie**

La carpe à grosse tête est une espèce qui vit dans les rivières dans son aire de répartition d'origine. Elle préfère une température d'environ 24 °C. Les adultes peuvent vivre dans les eaux saumâtres, on la rencontre dans les lacs et les zones inondées avec un courant lent (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Le régime alimentaire est à dominance zoo-planctonophage, devenant omnivore (annélides, insectes, mollusques, alevins) lorsque la température de l'eau est inférieure à 19 °C et végétarien (phytoplancton, cyanophycées) lors des périodes de réchauffement marquées (KEITH & ALLARDI, 2001)

Les carpes à grosse tête peuvent migrer plus de 80 km en amont pour se reproduire. Dans son aire d'origine, la carpe à grosse tête pond généralement d'avril à juin et principalement à la fin mai. La ponte est initiée par une élévation du niveau de l'eau suivant des pluies intenses qui ont lieu au printemps. Les sites de ponte se caractérisent par des courants importants (0,6 à 2,3 m/s), des eaux turbides (matières en suspension avec une visibilité de 10 à 15 cm) et une température de 18 à 30 °C. (BAENSCH & RIEHL, 1991). Ces sites se trouvent généralement à la confluence de différentes eaux, parmi les rochers ou à l'arrière de bancs de sable ou de graviers. Aux États-Unis, il a été montré qu'une augmentation du flux d'eau associée à une température de 22 °C initie la ponte de cette espèce dans la partie aval du fleuve Missouri. Les Œufs d'un diamètre moyen de 4,8 mm après gonflement sont semi-pélagiques et doivent rester suspendu dans la colonne d'eau par les turbulences. Une dureté de l'eau de 300-500 mg/l de carbonate de calcium semble optimale pour le gonflement des œufs. Une fois écloses, les larves mesurent environ 5 mm.

❖ **Distribution**

Espèce originaire d'Asie de l'Est, affectionne particulièrement les cours d'eau profonds du sud de la Chine. Elle a été introduite dans plus de 70 pays à travers le monde (KOTTELAT & WHITTEN, 1996).

En Algérie, cette espèce a été introduite dans de nombreux lacs artificiels au cours de la troisième grande étape d'introduction (1985-2002) pour des fins d'aquaculture. Cette espèce ne se reproduit pas naturellement dans notre pays mais elle est stockée en permanence (BACHA & AMARA, 2007 ; CHALABI, 2016).

❖ Présence dans la zone d'étude et remarques

En Kabylie, l'espèce a été introduite dans le barrage Taksebt avec d'autres espèces de carpe chinoises, une faible abondance de l'espèce dans le barrage a été observée durant la période d'échantillonnages de cette étude.

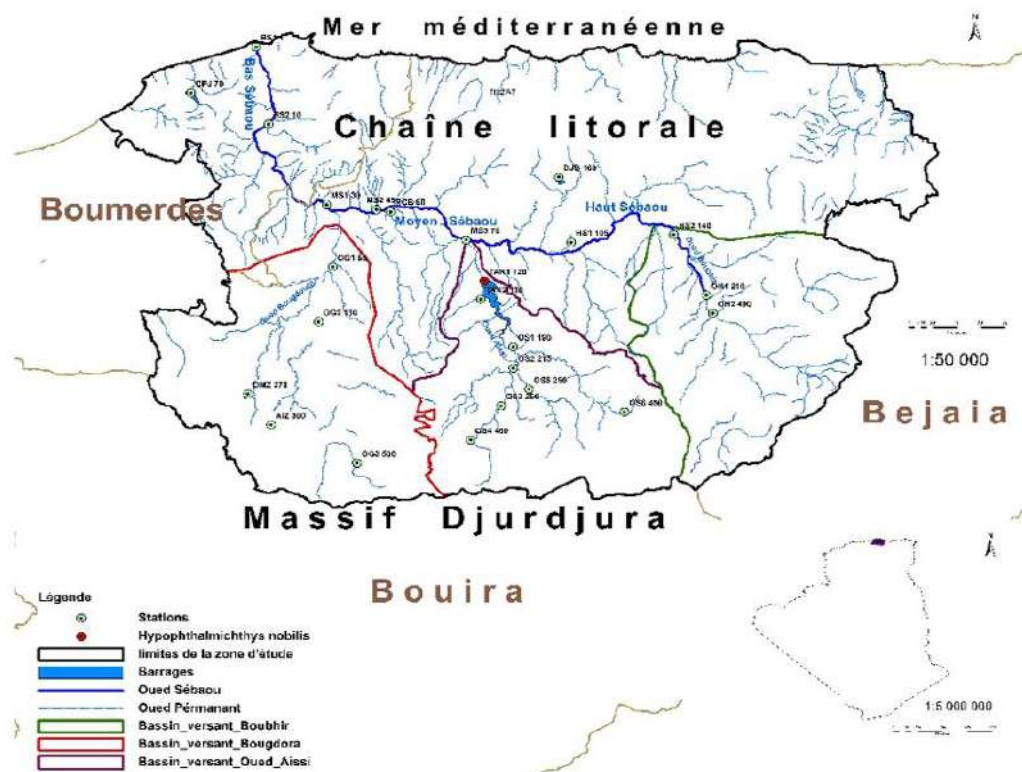


Figure 73. Carte de répartition de la carpe à grosse tête (*Hypophthalmichthys nobilis*) dans la zone d'étude.

4.4.3. Famille : Gobionidae

Les Gobionidae sont une nouvelle famille issue de l'éclatement des Cyprinidae *sensu lato*, les membres de cette famille sont communément appelés Goujons, ont leur centre d'origine en Extrême-Orient, du bassin de l'amour au nord jusqu' au Vietnam au sud (TAN & ARMBRUSTER, 2018).

En Algérie, cette famille est représentée par un seul genre (*Pseudorasbora*) et une seule espèce (*Pseudorasborra parva*).

4.4.3.1. *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schelegel, 1846)

Noms communs : Topmouth Gudgeon (Anglais) ; Goujon asiatique (Français.)

❖ **Description morphologique**

Le goujon asiatique est un petit poisson à nageoire anale et dorsale courtes, la bouche dépourvue de barbillons présente un prognathisme inférieur notable. La fente buccale est orientée vers le haut et presque verticale lorsque la bouche est fermée. Sa taille est de 8 à 11 cm (ALLADI & CHANCEREL, 1988).

❖ **Biologie- Ecologie**

Pseudorasbora parva est une espèce exclusivement d'eau douce qu'on peut retrouver dans les eaux courantes, les densités les plus importantes se trouvent en eaux stagnantes ou dans les annexes hydrauliques des cours d'eau (BANARESCU, 1999). L'espèce a une faible longévité 2 à 3 ans, atteint rarement 4 ans et peut survivre dans des eaux saumâtres pour de courtes périodes d'environ 24h (KEITH et al., 2020). Le Goujon asiatique possède des traits de vie caractéristiques des espèces envahissantes (maturité précoce, fécondité élevée, tolérance de conditions environnementales extrêmes, opportunisme alimentaire). En effet les goujons asiatiques ont un comportement alimentaire opportuniste avec un spectre alimentaire vaste et variable selon le milieu à base de zooplancton et de macroinvertébrés (crustacés larves d'insectes, mollusques etc...)

Le goujon asiatique atteint la maturité sexuelle à 1 ou 2 ans. Période de reproduction de fin avril à août avec un pic en juin. Le mâle arbore une livrée nuptiale violette. Espèce à pontes multiples. Les Œufs adhésifs de diamètre 1-1,6 mm sont pondus sur divers supports (plantes, galets, coques de bateaux et sont gardés par un seul mâle. Pour autant, la fécondation de ces œufs peut être partagée avec de plus petits mâles satellites (KEITH et al., 2020).

P. parva agit comme un vecteur pour au moins deux parasites : *Sphaerothecum destruens* et *Anguillicola crassus* (MENDOZA et al., 2002 ; ARKUSH et al., 2003). Responsable de sévères déclinés de Cyprinidae, Percidae et Salmonidae en Europe et aux Etats Unis (KEITH et al., 2020) ce qui a poussé certains pays à prendre des mesures radicales afin d'éradiquer l'espèce dans leurs eaux naturelles, le cas du Royaume-Uni (BRITTON & BRAZIER, 2006 ; BRITTON et al., 2010).

❖ **Distribution**

L'aire de distribution d'origine du goujon asiatique comprend le bassin du fleuve Amour, l'est de la Chine, le Japon, La Corée et Taiwan (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Introduit de manière accidentelle dans de nombreux pays et a étendu son aire de répartition grâce à sa capacité à coloniser de nouveaux habitats. (GOLZAN et al., 2010).

En Algérie, cette espèce a été introduite involontairement dans le nord de l'Algérie avec d'autres espèces importées pour l'aquaculture au cours de la période (1985-2002) (PEREDIS & DOADRIO, 1992 ; ZOUAKH & BOUHDAD, 2002 ; KARA, 2011).

❖ Présence dans la zone d'étude et remarques

Le Goujon asiatique est l'un des poissons les plus communs et les plus abondants dans la majeure partie de l'oued Sébaou. Il est aussi présent dans le réservoir de Taksebt. Différentes classes de tailles ont été observées

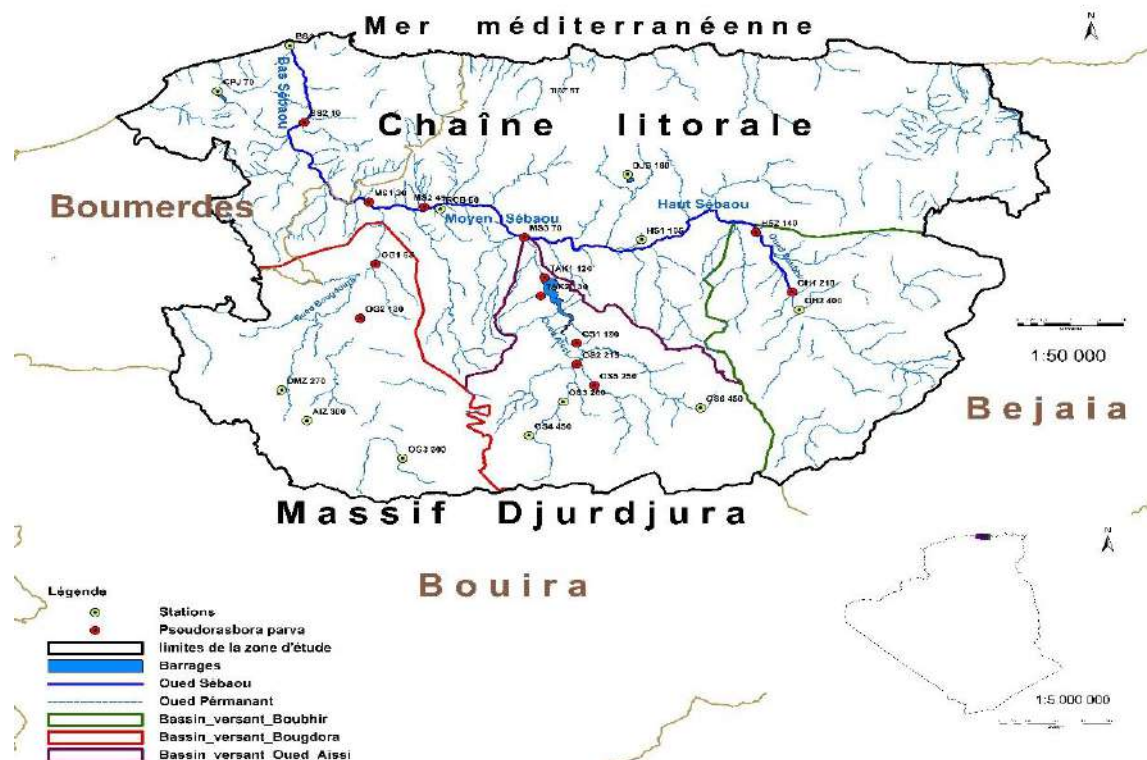


Figure 74. Carte de présence du goujon asiatique (*Pseudorasbora parva*) dans la zone d'étude.

4.4.4. Famille : Leuciscidae

Les leuciscidés constituent une famille bien caractérisée au sein des Cypriniformes (CHEN & MAYDEN, 2009 ; TAN & ARMBRUSTER, 2018 ; SCHÖNHUTH et al., 2018). Environ 700 espèces sont actuellement décrites appartenant à 90 genres, c'est l'une des familles les plus diversifiées. Cette famille est originaire d'Asie centrale et orientale, centrée sur le bassin de l'Amour (PERERA et al., 2010). Les leuciscinés présentent une vaste répartition holarctique, ils ne pénètrent pas dans la zone tropicale. Ainsi, ils sont totalement absents d'Afrique à l'exception de la partie orientale de l'Afrique du Nord qui appartient bio géographiquement à la zone paléarctique.

Les espèces appartenant à cette famille sont généralement des espèces de tailles modestes à moyennes (8 à 30 cm), même si les plus grosses peuvent dépasser les 50 cm (KEITH et al., 2020). Occupent toutes les niches trophiques, des filtreurs planctophages jusqu' aux prédateurs. Certaines

espèces prennent soin de leurs œufs, mais la plupart les laissent sans protection ce qui implique une forte fécondité ou des pontes multiples pour compenser les pertes. Ces poissons sont grégaires, formant généralement des bancs plurispécifiques en fonction de la taille des individus, Leurs croissance est plutôt lente. Mais les grandes espèces vivent facilement plus de dix ans (KEITH et al., 2020)

Les cas d'hybridation inter-espèces et même inter-genres sont fréquents, notamment en milieux perturbés, ce qui rend problématique l'identification des espèces à l'œil nu (PEREA et al., 2010). D'un point de vue évolutif, cela peut conduire à la disparition d'espèces endémiques par introgression avec des espèces introduites, ou dans quelques cas participer à l'émergence d'une nouvelle espèce.

En Algérie les leuciscidae sont très peu étudiés, six espèces sont cités en littérature (*Rutilus rubilio*, *Rutilus rutilus*, *Tropidophoxinellus*, *Anaocypris punica*, *Abramis brama*, *Alburnus alburnus*). D'avantage de travaux sont indispensable afin de statuer sur les représentants de cette famille.

4.4.4.1. *Rutilus rutilus* (Linné, 1758)

Noms communs : Commun Gardon (Anglais), Gardon blanc (Français)

❖ **Description morphologique**

Le gardon se caractérise par un corps élevé et comprimé latéralement avec une bouche étroite et terminale, un ventre caréné en forme de quille entre les nageoires ventrales et l'anus. La nageoire dorsale est postérieure, en arrière du niveau d'insertion des pelviennes (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Les nageoires pelviennes et anale sont d'une teinte orange-rouge plus ou moins accentuée. Les yeux sont de couleur rouge à orange. Des tubercules sont observés sur tout le corps, surtout sur la partie antérieure chez les mâles en période de frai. La taille varie de 25 à 40 cm à l'âge adulte et peut atteindre exceptionnellement une taille de 50 cm pour plus de 1 kg (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

❖ **Biologie- Ecologie**

Le gardon est un poisson ubiquiste, eurytherme avec une préférence pour des eaux chaudes de l'aval des cours d'eau et des étangs. Supportant une faible salinité (KOTTELAT, 1997) qui fréquente des eaux herbeuses à courant modéré. Il se rencontre dans les estuaires et quelques mers intérieures où il peut boucler son cycle biologique, effectue de nombreux déplacements journaliers et saisonniers entre les eaux libres et les tributaires (KEITH et al., 2020). Il supporte les eaux saumâtres (jusqu'à 10 mg/l). L'espèce est omnivore, benthophage et phytophage

(NIEDERHOLZER & HOFER, 1980). Le gardon est un poisson grégaire pouvant former de grands bancs, souvent d'individus de même âge et parfois plurispécifiques.

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 2 à 3 ans, conditionnée par des températures constantes. La ponte s'effectue dans les eaux tièdes (18 à 27°C), d'avril-mai à juillet. La femelle pond plusieurs fois avec une fécondité relative est de 300000 œufs de 1,1 à 1,5 mm de diamètre par kg qu'elle dépose sur diverses plantes aquatiques, à des profondeurs de 0,1 m à 1 m (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Le gardon se reproduit une fois par an et peut s'hybrider avec les Brèmes, le rotengle et secondairement l'ablette, le chevaine et le hotu (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

Le gardon est un important vecteur de la ligulose dans les lacs et réservoirs et de la bucéphalose larvaire touchant les espèces ichtyophages. Il se caractérise par sa résistance dans les milieux pollués.

❖ **Distribution**

Le Gardon est une espèce européenne avec des limites septentrionales : Finlande, Suède, Angleterre ; Limites méridionale : Alpes et Bosphore (BRUSLE & QUIGNARD, 2006) introduite et envahissante dans le nord-est de l'Italie et aussi au nord-est de l'Espagne (KOTTELAT & FREYHOF, 2007)

Cette espèce a probablement été introduite en Algérie accidentellement à côté d'autres espèces importées pour l'aquaculture au cours de la troisième phase d'introduction d'espèces (Lounaci-Daoudi et al., 2016).

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques :**

Le gardon a été recensé dans le réservoir de Taksebt et a Takhoukht juste en amont du Barrage.

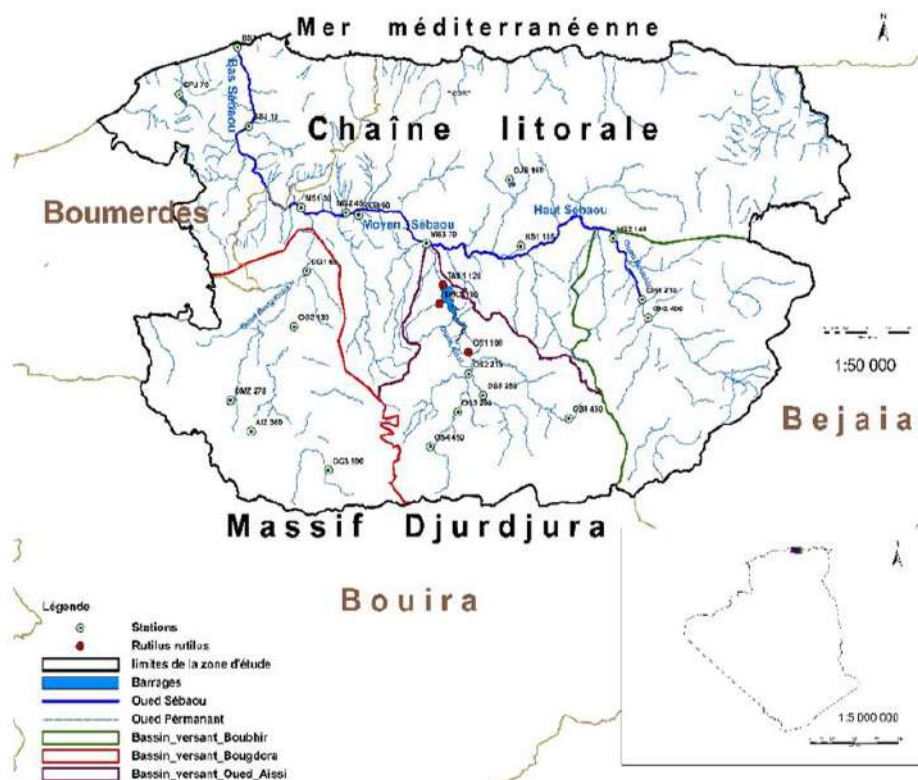


Figure 75. Carte de répartition du garдон (*Rutilus rutilus*) dans la zone d'étude

4.4.4.2. *Abramis brama* (Linné, 1758)

Noms communs : Bream (Anglais) ; Grande brème (Français)

❖ Description morphologique

Poisson à corps très haut, comprimé latéralement avec un profil dorsal bombé, une petite tête. Dos brunâtre ou grisâtre, flancs argentés avec de grandes écailles. Nageoires caudale très échancrées, Lobe inférieur plus long que le supérieur, une nageoire dorsale à rayons mous et anale longue à rayons mous aussi (BRUSLE & QUINUIARD, 2006). En période de reproduction des tubercules sont observés sur le corps (tête, dos et nageoires) du mâle (KEITH et al., 2020).

❖ Biologie- Ecologie

L'espèce se développe bien dans les cours d'eau inférieurs et dans les lacs de barrages. La brème est un poisson omnivore. Elle consomme beaucoup de larves d'insectes, de petits crustacés, de mollusques et de débris végétaux. La brème utilise sa bouche protractile pour fouiller le fond à la recherche de nourriture. Elle migre au moment du frai pour trouver des sites de ponte favorables entre 40 cm et 2 m. Lors de la reproduction, des bourgeons nuptiaux sont souvent observés sur le corps du mâle qui adopte un comportement territorial afin de protéger le nid (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

La reproduction est généralement située de mai-juin avec une température de ponte de 15 à 20°C (BRUSLE & QUIGNARD, 2006). Peut atteindre une taille de 70 cm, une durée de vie de 10-20 ans. Maturité sexuelle à 3-4 ans. La fécondité varie entre 49000 et 150000 ovules par femelle de 35 cm. L'hybridation est fréquente avec le gardon (dont le résultat est la brème de Bug).

❖ **Distribution**

Espèce présente en Europe de l'Irlande à la mer d'Aral, peu présente dans les rivières de haute altitude (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Peu d'informations existent sur l'espèce en Algérie. Selon Kara (2011), l'espèce a été introduite accidentellement en Algérie dans le barrage d'Ain Zada et ne s'est jamais établie.

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

Lors de cette étude, la brème n'a été capturée que dans le lac du barrage de Cap-Jinet. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer le statut exact de l'espèce là où elle est introduite.

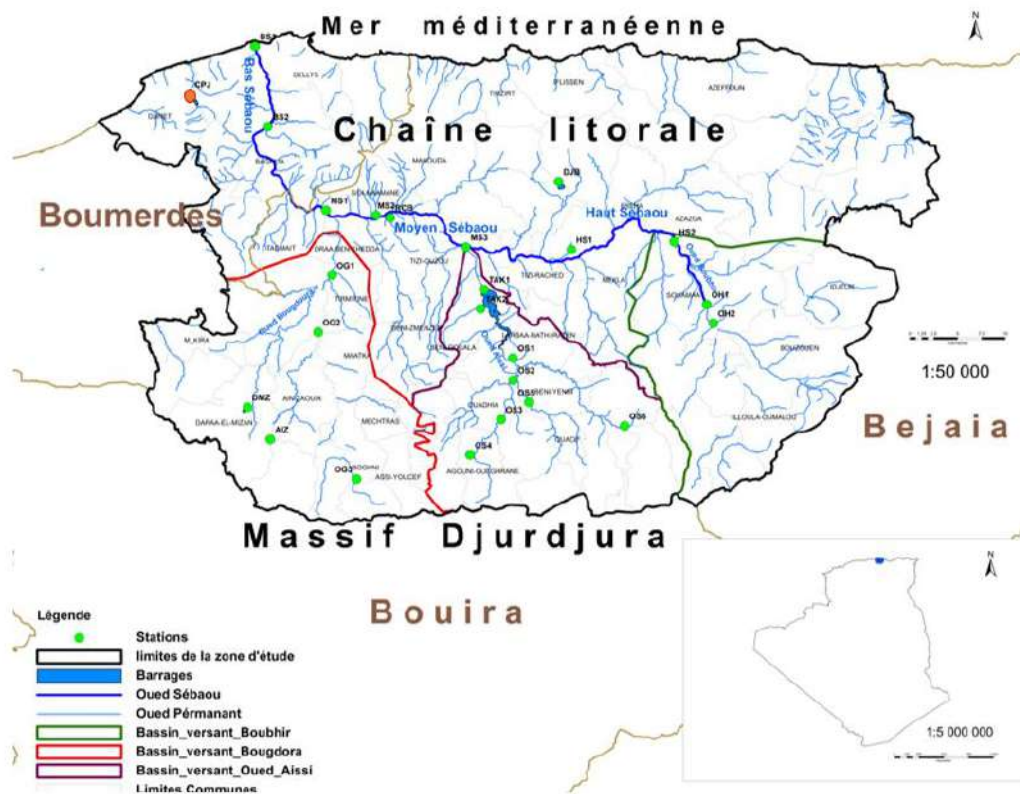


Figure 76. Carte de répartition de la Brème (*Abramis brama*) dans la zone d'étude

4.4.4.3. *Tropidophoxinellus callensis* (Guichenot 1850)

Noms communs : Maghreb bleak (Anglais) ; Ablette du Maghreb (Français)

Leuciscus callensis Guichenot, 1850 ; *Phoxinellus guichenoti* Pellegrin, 1920 ; *Pseudophoxinus callensis* (Guichenot, 1850)

Tropidophoxinellus est un nouveau genre issu de la réorganisation effectué pour le groupe des Leuciscidés par PEREA et al. (2010).

❖ **Description**

L'ablette du Maghreb est un petit poisson au corps allongé et comprimé latéralement, avec une petite bouche terminale oblique dirigée vers le haut. Sa nageoire dorsale présente cinq rayons mous. Les écailles sur les flancs sont fines à reflets argenté métalliques. Le dos à un reflet vert ou bleu (LEBERRE, 1989).

❖ **Biologie- Ecologie**

L'espèce colonise les rivières et les affluents permanents et intermittents à fond de gravats, ainsi que les lacs naturels. Elle est capable de coloniser les réservoirs artificiels, limnophile, grégaire et pélagique, proche de la surface, affectionne les eaux lentes dont les températures varient de 12 à 24°C (LEBERRE, 1989). Les sous-populations habitant les tronçons temporels survivent aux périodes sèches dans les mares restantes qui servent de refuges.

Les principales menaces comprennent la pollution provenant de diverses sources et le prélèvement excessif d'eau souterraine et de surface pour la consommation et l'irrigation. Des barrages ont été construits dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce et un certain nombre d'espèces de poissons non indigènes envahissantes ont été introduites dans les réservoirs associés. Les épisodes de sécheresse provoqués par le changement climatique augmentent déjà en fréquence et en intensité dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce.

❖ **Distribution**

Espèce endémique du Nord-Est du Maghreb (Algérie- Tunisie). Peu d'information existe sur l'espèce, des observations localises en Tunisie depuis les années 1980 (KRAIM, 1983 ; LEUBER, 1989). Signalée d'Algérie par plusieurs auteurs (PELGRIN, 1921 ; LEBER, 1989 ; BACHA & AMARA, 2007 ; KARA, 2011 ; CHAIBI, 2014). Des études sont nécessaires pour une meilleure connaissance de l'espèce dans le bassin du Sébaou (Biologie, Ecologie et répartition)

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

L'ablette du Maghreb a été enregistrée dans deux lacs artificiels au cours de cette étude. Cette espèce a peut-être été introduite en Kabylie du Djurdjura, où elle est également connue dans la rivière Soummam (BACHA & AMARA, 2007), mais des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

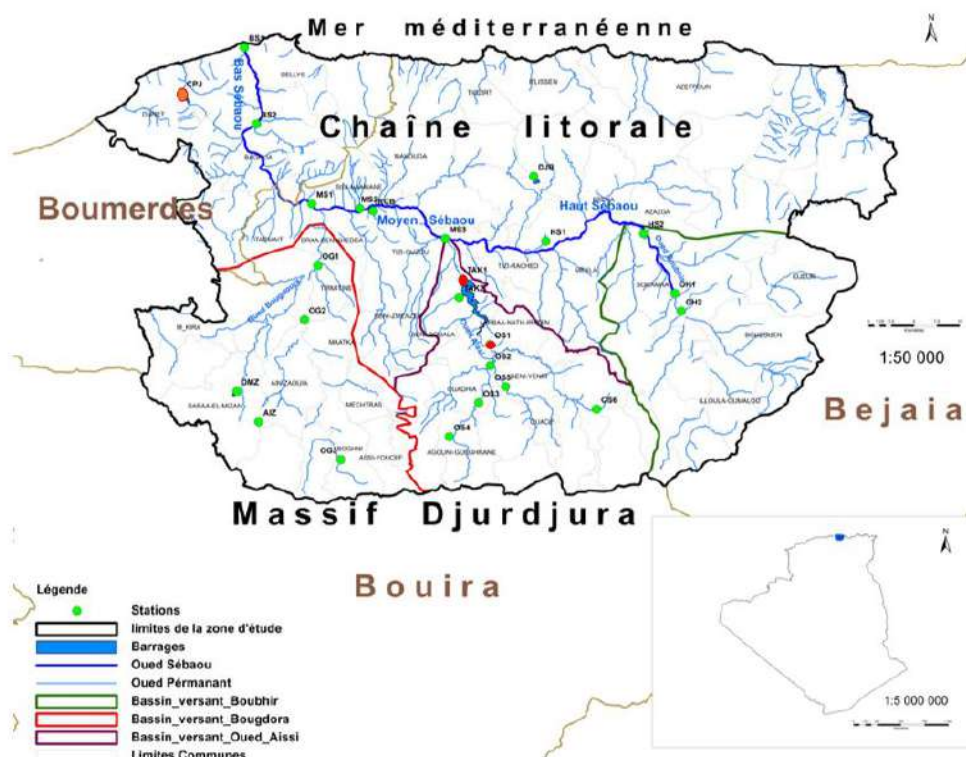


Figure 77. Carte de répartition de l'ablette du Maghreb (*Tropodophoxenellus callensis*) dans la zone d'étude.

4.5. Ordre des Atheriniformes

La position systématique de ce groupe très complexe, a connu de nombreuses modifications. De nombreux auteurs plaçaient dans l'ordre des Mugiliformes la famille des Atherinidae. Les Atheriniformes constituent un groupe très vaste et peu homogène, composé d'espèces différentes par leurs aspects morphologiques, leurs dimensions et leurs modes de vie (KEITH et al., 2020). L'ordre des Atheriniformes comprend environ 10 familles, 51 genres et 315 espèces. Beaucoup sont marines, côtières ou pélagiques, mais elles sont aussi nombreuses en eau douce. En Algérie, seule la famille des Atherinidae est représentée.

4.5.1. Famille : Atherinidae

Petits poissons allongés, dépassant rarement 13 cm de longueur avec deux nageoires dorsales bien séparées, possède une épine très fine et un nombre variable de rayons mous ; pectorales insérées haut sur les flancs ; pelviennes abdominales avec une épine et cinq rayons mous ; caudale fourchue ; anus éloigné de l'origine de l'anale (AZEROUAL, 2003). Ligne latérale absente. Coloration : dos verdâtre à bleuâtre piqueté de petits points noirs, flancs blanchâtres souvent iridescents ; une bande latérale brillante, argentée, parfois soulignée de noir, courant le long du milieu du corps jusqu'à la base de la caudale. La famille des Atherinidés est constituée par environ 50 genres et 170 espèces (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Le Genre *Atherina* est caractérisé par un bord postérieur du pré opercule sans encoche ; première dorsale à 6-10 épines flexibles. Ce genre comprend 3 espèces qui pénètrent dans les lagunes, les estuaires et même dans l'eau douce comme c'est le cas d'*Atherina boyeri* (AZEROUAL, 2003)

4.5.1.1. *Atherina boyeri* Risso, 1810

Noms communs: Sand smelt, Big-scale Sand Smelt (eng.), Atherine, Athérine Joël, Athérine de Boyer (fr.)

Synonyms: *Atherina anterina* Nardo, 1847; *Atherina bonapartii* Boulenger, 1907; *Atherina hyalosoma* Cocco, 1885; *Atherina lacustris* Bonaparte, 1836; *Atherina lagunae* Trabelsi, Faure, Quignard, Boussaïd, Focant & Mâamouri, 2002.

❖ Description morphologique

Espèce caractérisée par un corps allongé légèrement comprimé latéralement deux nageoires dorsales nettement séparées, la première au milieu du corps à rayons épineux mais non acérés, bouche muni de petites dents visible à l'œil nu. Diamètre de l'œil plus grand que l'espace pré-orbitale. Couleur argentée, Dos variable (verdâtre, bleuâtre ou gris brin). Ventre blanc argenté, petites taches noire aux bordures des écailles. La taille atteint jusqu'à environ 85 mm (LS). (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Espèce caractérisée par un fort polymorphisme en fonction de la région et des conditions environnementales. Taille maximale pour 15 cm pour 6 gr à 4 ans (KEITH et al., 2020).

❖ Biologie- Ecologie

Espèce euryhaline, grégaire vit habituellement de 1 à 2 ans, jusqu'à 4. Fraie pour la première fois à 1 à 2 ans (KEITH et al., 2020). Migration de ponte courte dans les estuaires chez certaines populations. Reproducteur fractionnés les plus gros individus se reproduisent pendant un certain

temps. Œufs avec de longs appendices poilus les fixant à des algues filamenteuses, déposés à 2-6 m de profondeur. Les larves sont pélagiques mais souvent forment des bancs proches des rives des lacs et des estuaires, se nourrissent principalement de petits invertébrés planctoniques, souvent de benthos dans les rivières (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

L'espèce fréquente les parties inférieures des rivières, des estuaires, des lacs côtiers et de la mer. Les populations d'eau douce préfèrent les eaux calmes ou lentes. Pélagique dans les lacs (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

❖ **Distribution**

Espèce présente le long des côtes des bassins de la Méditerranée, de la mer Noire, de la mer d'Azov et de la mer Caspienne. Côte atlantique vers le nord jusqu'à l'estuaire de la Loire (France) (KOTTELAT & FREYHOF, 2007 ; KEITH et al., 2020). Des populations isolées le long des côtes du sud de l'Angleterre et des Pays-Bas Populations résidentes permanentes en eau douce dans les bassins versants du Guadalquivir et du Tage (aujourd'hui disparus) (UICN). Introduit dans la mer d'Aral, le lac Trasimeno (Italie) et peut-être d'autres lacs en Italie (KEITH et al., 2020).

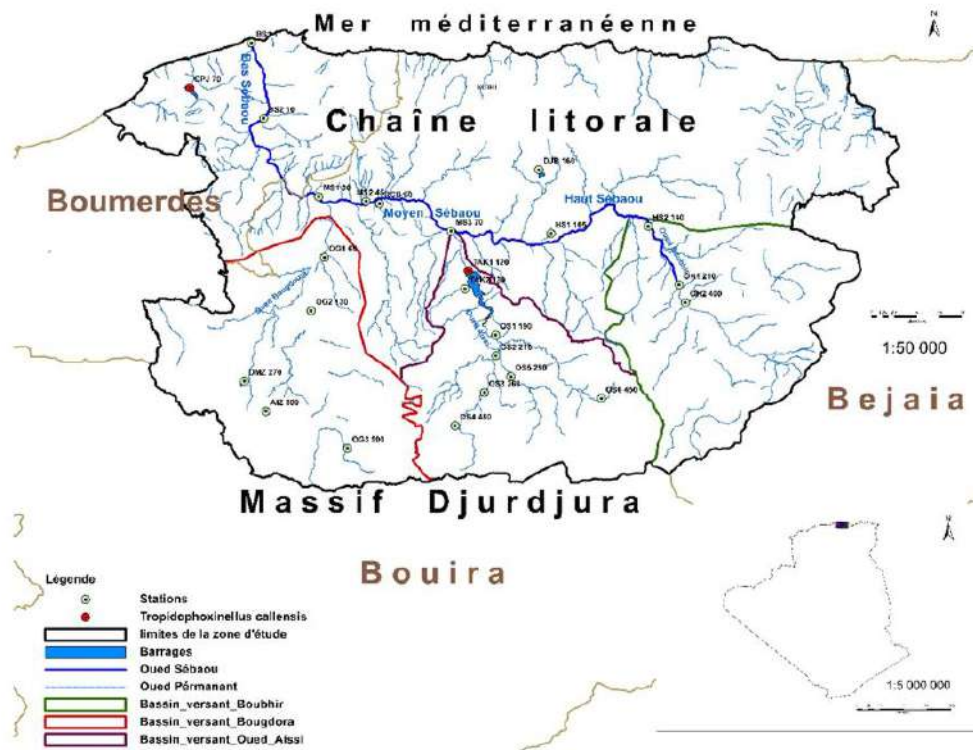


Figure 78. Carte de répartition de l'atherine (*Athérina boyerie*) dans la zone d'étude.

4.6. Ordere : Cyprinodontiformes

4.6.1. Famille : Poeciliidae

La famille des Poeciliidae désigne des minuscules poissons vivipares (AZEROUAL, 2003) contient 37 genres et près de 300 espèces caractérisée par des nageoires pectorales placées haut sur le flanc (KEITH et al., 2020). Le mâle possède un gonopode formé par les rayons 3, 4, et 5 de la nageoire anale et la fécondation est interne ; le nombre d'écaillés dans une série longitudinale varie de 30 à 34. Poissons polyphages qui ont une préférence des petites parois vivantes ; La femelle peut produire plusieurs portées successives a quelques semaines d'intervalles. Les Alevins sont immédiatement expulsés après éclosion dans le ventre de la femelle (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

En Algérie, deux espèces ont été signalées : *Gambusia affinis* et *Gambusia holbrooki*. *Gambusia holbrooki* ne se distingue de *G. affinis* que par le nombre de rayons dans la nageoire dorsale : 8 à 9 pour la première, 6 à 7 pour la seconde. L'autre critère pour séparer ces deux espèces est le gonopod (structure reproductive). Ceci exige de disséquer les poissons et d'examiner le gonopod avec un microscope.

4.6.1.1. *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)

❖ **Noms communs:** Eastern Mosquitofish (Anglais)

❖ **Description :**

Poisson de 3 à 6 cm à dorsale nettement insérée en arrière de l'anale. Pelviennes très abdominales. Nageoires impaires arrondies souvent ornées de ponctuations. Bouche super. Ecaillés grandes et bien dessiné. Mal plus petit et anale transforme en gonopode. Coloration : gris olivâtre avec souvent une bande noire sur l'œil. Les populations méditerranéennes paraissent plus pales que celles des landes ou de la façade atlantique. La femelle possède une tache abdominale caractéristique.

❖ **Biologie- Ecologie**

La gambusie, poisson vivipare, se rencontre dans les eaux calmes, chaudes, riches en végétation et peu profondes. Elle peut supporter de grandes variations de température, d'oxygénation et de salinité. C'est une espèce insectivore

❖ **Distribution**

Introduite en Algérie dans le cadre de la lutte antipaludique en 1924 (SEURAT, 1930). Dans le présent travail l'espèce a été recensée dans le barrage de Cap-djinet ainsi que dans la partie moyenne du Sébaou

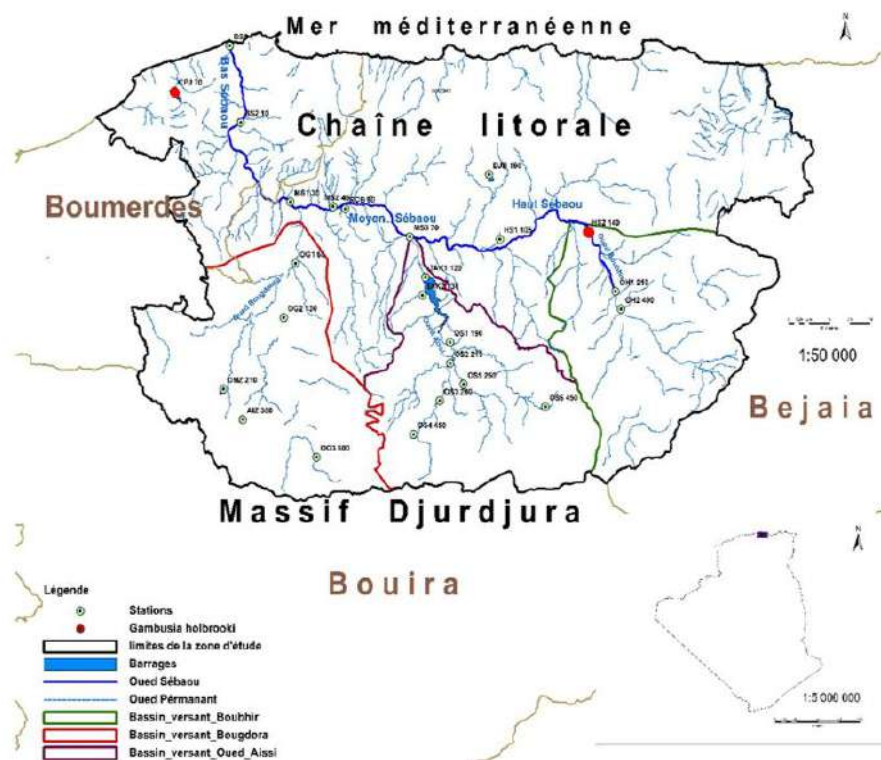


Figure 79. Carte de répartition de *Gambusia halbrooki* dans la zone d'étude.

4.6.2. Famille des Mugilidae

La famille des Mugilidae comprend principalement des espèces marines côtières qui sont largement distribuées dans toutes les mers tropicales, subtropicales et tempérées. Les espèces de Mugilidae sont très importantes du point de vue écologique. Elles constituent une ressource alimentaire majeure pour les populations humaines dans certaines parties du monde (THOMSON, 1997). La plupart sont des espèces marines et côtières, qui pénètrent occasionnellement dans les lagunes, les estuaires ou les cours inférieurs des rivières.

Les mullets sont des poissons pélagiques vivant en bancs, généralement dans des eaux de moins de 200 m de profondeur, et sur des fonds vaseux. Ils se reproduisent en mer. Les œufs et les premières larves sont pélagiques, les petits juvéniles pénètrent dans les estuaires et les lagunes où ils se nourrissent de zooplancton (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

Toutes les espèces ont une forme très similaire, sont argentées et assez difficiles à identifier, surtout sur la base de leurs caractéristiques. Se Caractérisent par des nageoires ventrales en position abdominale, nageoires pectorales en position thoraciques.

A l'heure actuelle famille des Mugilidae comprend 14 genres et 65 espèces (KEITH et al., 2020).

En Algérie, cinq espèces autochtones sont citées par différents auteurs (*Mugil cephalus*, *Chelon auratus*, *Chelon ramada*, *Chelon labrosus*, *Chelon saliens*)

4.6.2.1. *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758

❖ **Common names:** Flathead grey mullet (Anglais), Mulet à grosse tête (Français)

❖ **Description morphologique**

Le Mulet à grosse tête se caractérise par un corps allongé, recouvert de grandes écailles cycloïdes jusque a la tête. Il se distingue par une tête aplatie. Sa première nageoire dorsale possède 4 rayons épineux, la seconde 1 rayon épineux et 7 à 9 rayons branchus. La ligne latérale est absente. Une importante paupière adipeuse à fente verticale couvre l'œil jusqu'à la pupille. Le dos est gris-bleuâtre ou olivâtre, les flancs et le ventre argentés. Les flancs sont striés de 9 à 10 bandes horizontales foncées. Les ventrales jaunâtres, alors que les autres nageoires sont grisâtres. Il existe une tache noire à la pectorale.

❖ **Biologie- Ecologie**

Le mullet a grosse tête, espèce euryhaline, grégaire, vit dans les eaux littorales et pénètre en eau douce par les estuaires et les lacs côtiers à la recherche de nourriture. Il filtre la vase et absorbe les petits crustacés, les vers et les mollusques. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 2-4 ans. La reproduction a lieu entre juin et août en mer. La femelle pond de 0,5 à 2 millions d'œufs par kilogramme (BRUSLE & QUIGNARD, 2006)

❖ **Distribution**

Mugil cephalus est une espèce cosmopolite, très commune des eaux côtières de la Méditerranées. En Algérie, l'espèce a été citée des cours d'eau côtier par différents auteurs.

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques :**

Le mullet est commun dans le cours inférieur du Sebaou où des juvéniles ont été observés. Les alevins sont régulièrement introduits dans le réservoir de Cap Djinet où ils sont laissés à l'état adulte avant d'être pêchés.

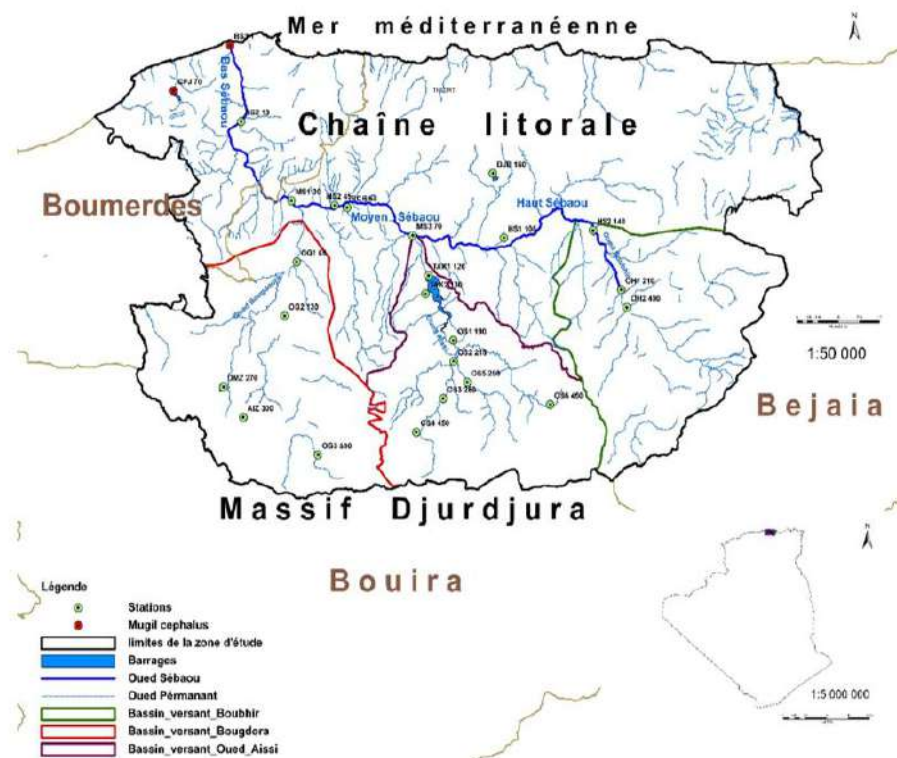


Figure 80. Carte de répartition du Mulet à grosse tête (*Mugil cephalus*) dans la zone d'étude.

4.6.2.2. *Chelon ramada* (Risso, 1810)

Nom commun : Mullet

❖ Description

Le mullet porc a un corps allongé et une tête courte et aplatie. La bouche est large et terminale. La lèvre supérieure est mince et lisse (sans tubercules). Les yeux ne sont pas recouverts d'une paupière adipeuse. La ligne latérale n'est pas visible. Il y a généralement une tache noire à la base des pectorales. Le dos est grisâtre ou olivâtre, flancs et ventre argentés, avec 6-7 lignes foncées, plus ou moins distinctes, le long des séries d'écailles sur les flancs. Nageoires grisâtres. Une tache noire en haut de la base des pectorales.

❖ Biologie- Ecologie

Le mullet porc est une espèce très euryhaline qui remonte très haut le cours des fleuves. Les individus qui ont atteint leur première maturité sexuelle (3-4 ans) se reproduisent en mer en fin d'automne - début d'hiver. Les alevins arrivent dans les eaux côtières en fin d'année. Au printemps, ils effectuent de grandes migrations trophiques vers l'amont des fleuves, puis redescendent vers la mer en été et en automne afin de s'y reproduire. Il se nourrit de très petits organismes benthiques ou planctoniques

❖ **Distribution**

Méditerranée, mer Noire, mer d'Azov et Atlantique oriental du Cap-Vert et du Sénégal au sud de la Baltique et aux îles britanniques. Migre vers le nord pendant l'été. Présente sur toutes les côtes Algériennes, le mullet porc pénètre dans les lagunes, les estuaires

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques**

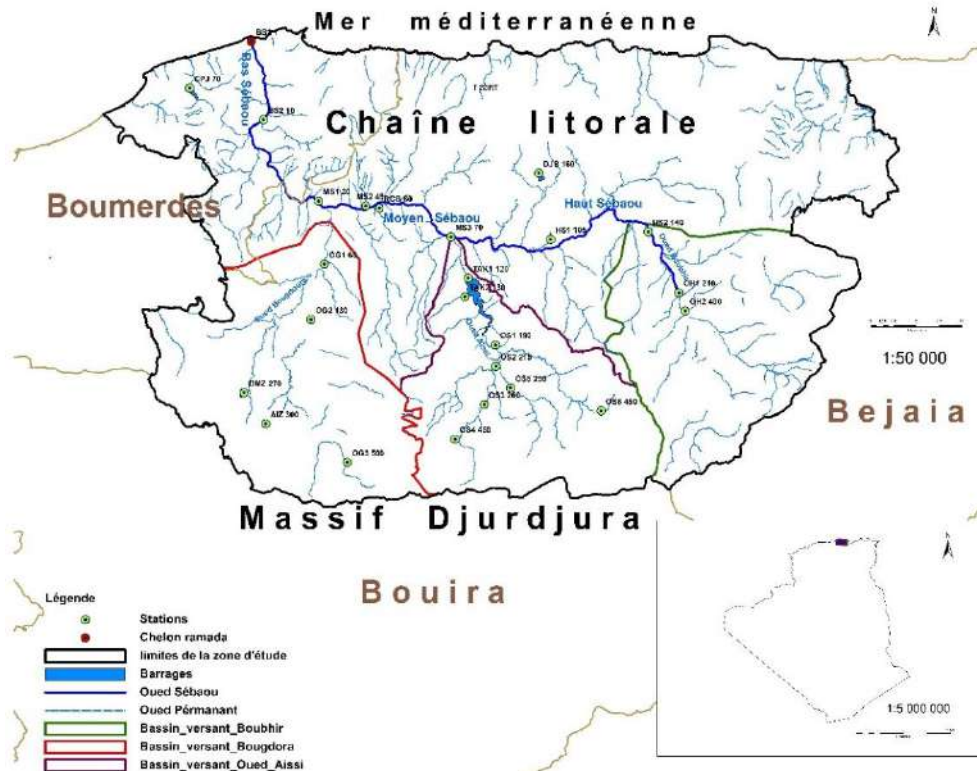


Figure 81. Carte de distribution du mullet (*Chelon ramada*.) dans la zone d'étude.

4.6.2.3. *Chelon aurata* (Risso, 1810)

❖ **Noms communs :** Golden mullet (Anglais) ; Mulet doré (Français)

Il a un corps légèrement comprimé latéralement, une tête très plate, une petite bouche n'atteignant pas la verticale de l'œil, de grosses écailles et une ligne latérale imperceptible. La lèvre supérieure est mince et lisse (sans tubercules). Le dos est brunâtre ; 6 à 7 lignes longitudinales d'un brun foncé sur les flancs. Il a un ventre blanc avec souvent des rayures longitudinales grises. Une tache dorée derrière l'œil et une autre plus grande sur l'opercule. Nageoires grisâtres, ventrales et anale blanchâtres.

❖ Biologie-Ecologie

Le mullet doré est une espèce marine euryhaline qui préfère les habitats abrités à fond vaseux. La reproduction a lieu en mer en fin d'été - début d'automne. Les alevins arrivent dans les milieux côtiers en automne et au printemps. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 3-4 ans. Il se nourrit de petits organismes benthiques et planctoniques.

❖ Distribution :

Espèce pélagique côtière Méditerranée, mer Noire et Atlantique Est depuis le Cap-Vert et le Sénégal jusqu'au sud de la Norvège et des îles britanniques (n'atteignant pas le sud de la Baltique) ; nord de la mer Rouge. Introduite en mer Caspienne (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

4.6.3. Famille : Moronidae

La famille comprend 2 genres valides, morone avec 4 espèces en Amérique du Nord et *Dicentrarchus* avec 2 espèces dans l'Atlantique Est et la Méditerranée (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Les Moronidae se distinguent par la présence de deux nageoires dorsales étroitement séparées, de deux épines operculaires, d'une ligne latérale s'étendant presque jusqu'au bord postérieur de la nageoire caudale et de rangées auxiliaires d'écaillés de ligne latérale sur la nageoire caudale au-dessus et au-dessous de la rangée principale.

Les poissons de cette famille sont des poissons carnassiers marins qui s'accommodent bien des eaux douces ou saumâtres. Préfèrent les eaux oxygénées des côtes rocheuses agitées. Ils peuvent également être présents occasionnellement dans les estuaires et les rivières, car ils supportent très bien les variations de salinité et de température.

En Algérie, le genre *Dicentrarchus* est représenté par deux espèces euryhalines marines qui remontent plus ou moins haut dans les cours d'eaux intérieurs *D. labrax* (L., 1758) et *D. punctatus* (BLOCH, 1792).

4.6.3.1. *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758)

Noms communs : Loup-bar (Fr.)

❖ Description

Poisson au corps élancé, argenté, avec 2 nageoires dorsales séparées et un pédoncule caudal assez haut. La tête est longue et munie d'une grande bouche. Il possède 2 nageoires dorsales, la

première à 8-10 rayons épineux, la seconde avec 1 rayon épineux et 12-13 rayons branchiaux. L'anale a 3 épines et 10-12 rayons mous (PIKETT & PAWSON, 1994)

Les écailles sont petites et cycloïdes sur l'espace interorbitaire, au nombre de 62-80 sur la ligne latérale. Deux épines sont situées sur l'opercule et le bord postérieur du préopercule est dentelé, alors que sur son bord inférieur, de grandes épines dirigées vers l'avant. La ligne latérale noire est bien visible. Il est gris argenté à bleuâtre sur le dos, argenté sur les flancs (AZEROUAL, 2003), ventre parfois teinté de jaune. Taille : 20-55 cm (100 cm max.) ; Poids : 1,5 Kg (9-12 Kg max.)

❖ **Biologie-Ecologie**

Le Loup-bar est un poisson qui peut vivre jusqu'à 30 ans, se reproduit pour la première fois à 4-7 ans, à environ 350 mm (mâles) et 420 mm (femelles) de longueur (KOTTELAT & FREYHOF, 2007)

La reproduction a lieu en mer entre les mois de janvier et de juin à des températures supérieures à 9 C. Les oeufs, munis d'un important vitellus, Les larves sont planctoniques (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).

Les juvéniles se regroupant dans des zones de nurserie estuariennes saumâtres où ils restent généralement jusqu'à leur deuxième été, se nourrissent d'annélides, de crustacés et de céphalopodes. Les adultes sont plutôt solitaires, prédateurs de petits poissons. Il habite les eaux côtières peu profondes jusqu'à environ 100 m de profondeur et pénètre souvent dans les estuaires et remonte parfois les fleuves (AZEROUAL, 2003).

❖ **Distribution**

Espèce présente dans toutes les côtes de la méditerranée, mer noire, mer de Marmara ; elle est aussi présente dans la façade orientale de l'Atlantique ; de la Norvège et L'Islande Jusqu' au Sud du Sénégal.

En Algérie l'espèce est présente sur toute la côte Algérienne, les eaux saumâtres et occasionnellement des eaux douces (KARA, 2019).

❖ **Présence dans la zone d'étude et remarques :**

Des individus ont été capturés dans le cours d'eau inférieur de l'Oued Sébaou

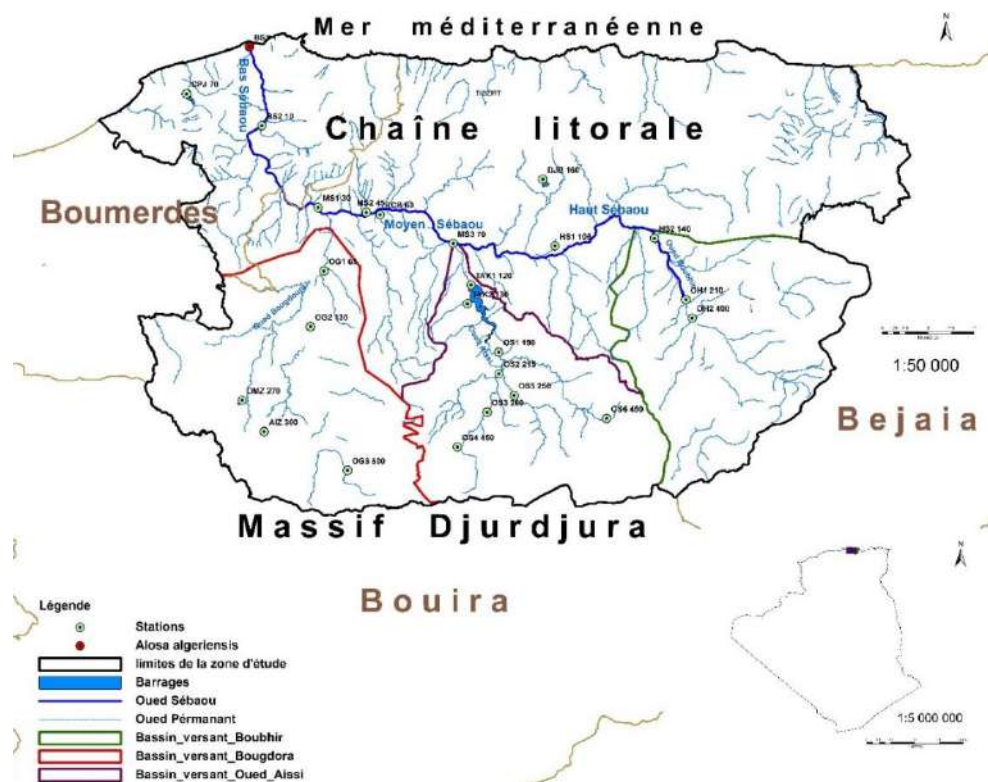


Figure 82. Carte de distribution du mulot doré (*Chelon aurata*) dans la zone d'étude.

4.6.4. Famille : Centrachidae

4.6.4.1. *Micropterus salmoides* (Lacepede, 1802)

Nom commun : Black bass (*Micropterus salmoides*)

❖ Description

Le corps haut et aplati latéralement (figure 9), l'aspect est trapu, la tête est forte et représente un tiers de la longueur totale avec une bouche énorme, fendue jusqu'à l'arrière de l'œil, les mâchoires sont pourvues de dents peu développées. L'opercule se termine par une pointe à l'arrière, des écailles rugueuses recouvrant tout le corps, la nageoire dorsale présente deux parties séparées par une nette échancrure, la partie antérieure étant plus basse que la partie postérieure.

Avec une tâche foncée à l'angle supérieur, le dos est vert sombre bronzé, les flancs sont verts-olive à reflets argentés et le ventre est blanc-jaune, une large bande noire s'étend le long des flancs. La taille est de 40 à 60 cm pour un poids allant jusqu'à 3 kg. La longévité est de 6 à 8 ans et exceptionnellement 15 ans (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

❖ Biologie-Ecologie

La maturité sexuelle est située entre 2 et 5 ans, soit 22 cm chez les mâles et 25 cm chez les femelles (GOUBIER et al., 1997). La ponte se déroule en avril-mai ou juin (16 à 18°C en France, 23°C aux Etats-Unis). La fécondité relative est de 4400 à 6000 ovocytes/kg de poids vif (GOUBIER

et al., 1997). La femelle dépose ses œufs dans plusieurs nids peu profonds : 0,30 à 1,30 m), sous forme de pontes fractionnées, sur un substrat sablonneux (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Peut être très importante dès la première année (ALLARDI & KEITH, 1991). Les œufs sont pondus dans des nids peu profonds creusés par les mâles dans le sable, le gravier ou les fonds couverts de débris, souvent à des profondeurs de 40-80 pouces (1-2 mètres) mais jusqu'à au moins 23 pieds (7 mètres) ou aussi peu profondes que 8-12 pouces (environ 20-30 cm). Les nids sont souvent situés à côté d'objets immergés et sont généralement espacés de plus de 9 mètres.

C'est un poisson d'eau chaude, il est absent des régions froides et montagneuses (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Eurytherme, il supporte bien des écarts de températures dans les régions tempérées chaudes (de 5 à 6°C jusqu'à 28-32°C) (COUTANT, 1975). Il fréquente les eaux calmes et tempérées, il recherche des eaux pures et supporte les eaux saumâtres. On le trouve souvent bien établi dans des lacs, étangs, canaux, réservoirs et ballastières où il occupe les secteurs bien structurés : bordures de roseaux et de plantes aquatiques et arbres immergés (WARDEN & LORIO, 1975).

C'est un carnassier vorace non strictement Ichtyophage, il se nourrit de toutes sortes de proies : insectes, escargots d'eau, sangsues, écrevisses, grenouilles, serpents, poissons divers. Le cannibalisme est de pratique chez cette espèce. Les alevins sont zoo-planctophages dans un premier temps puis, ils deviennent entomophages et enfin, essentiellement ichtyophages (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

❖ **Distribution**

Cette espèce est originaire d'Amérique du Nord d'où elle a été introduite en Algérie pour la pêche à la ligne dans les années 1950 (MOREAU et al., 1988 ; KARA, 2012). Elle est présente dans le centre et l'ouest du pays (CNRDPA, 2013) et a été signalée en Kabylie depuis le milieu des années 1980, lorsqu'elle a étéensemencée dans le cadre d'un programme gouvernemental national de pêche. Elle est confinée aux lacs de barrages artificiels de la zone d'étude.

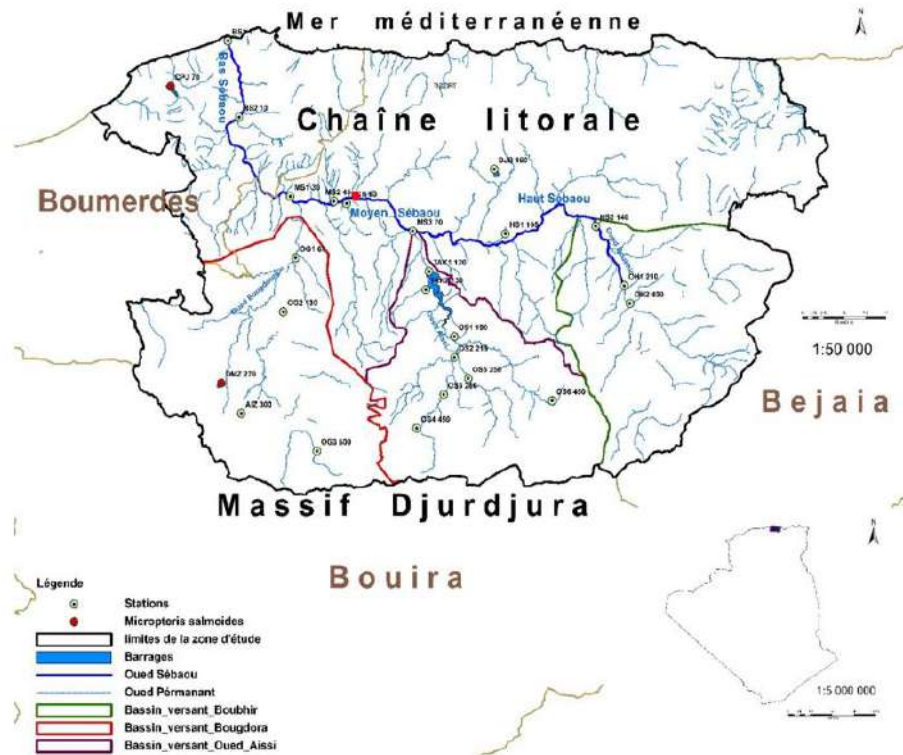


Figure 83. Carte de répartition du Black-bass (*Micropterus Salmoides*) dans la zone d'étude.

4.6.5. Famille : Percidae

La famille des Percidae appartient à l'ordre Perciforme, l'ordre le plus abondant des vertèbres, avec 18 sous-ordres, 148 familles, 1496 genres et près de 9293 espèces (NELSON, 1994). Cette Famille de poissons principalement d'eau douce compte environ 180 espèces réparties en 10 genres, originaires d'Europe, d'Asie du Nord et centrale et d'Amérique du Nord (NELSON, 1994).

Plusieurs introductions des percidés ont lieu dans les régions de l'hémisphère sud. Les caractères distinctifs de cette famille sont les fines aspérités de leurs écailles (écailles cténoïdes), les dentelures du préopercule, les épines plates et triangulaires de leur opercule et enfin les pointes acérées des rayons épineux de leurs nageoires. La nageoire dorsale comporte une partie antérieure épineuse et une partie postérieure arrondie à rayons mous (AZEROUAL, 2003).

Cette famille est représentée en Algérie par deux espèces introduites appartenant à deux genres : Perca et Sander.

4.6.5.1. *Sander lucioperca* (Linné, 1758)

Noms communs : Pike-perch (eng.) ; Sandre (fr.)

❖ **Description**

Le sandre est un poisson pourvu d'un corps élancé et une tête pointue ; la bouche est largement fendue, armée de nombreuses dents dont certaines sont très fortes. La deuxième nageoire dorsale, à rayons mous, est plus haute que la première épineuse. La coloration est grise-verdâtre sur le dos, les nageoires dorsales et caudales avec de petites taches sombres plus ou moins alignées (BRUSLE & QUIGNARD, 2006). Les flancs sont plus clairs marqués de stries verticales sombres, le ventre est blanchâtre. Les yeux ont un éclat vitreux. La taille est de 30 à 60 cm et 2 à 3 kg en moyenne allant jusqu'à 1, 2 m et 14 kg (BILLARD, 1997). La longévité est de 10 à 15 ans et un maximum de 20 ans (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

❖ **Biologie- Ecologie**

La ponte a lieu d'avril à juin dans des températures de 11 à 16 C et se déroule la nuit en périodes de basses températures (BRUSLE & QUIGNARD, 2001).

La maturité sexuelle est atteinte entre 3 et 7 ans, généralement à 4 ans (KOTTELAT & FREYHOF, 2007)

On le rencontre dans des lacs, réservoirs, canaux et rivières à faible courant, eaux calmes et profondes (BILLARD, 1997). Ses exigences en oxygène sont de 3,5 à 4 mg/l (BRUSLE & QUIGNARD, 2001). Il préfère des eaux libres au-dessus de hauts fonds durs, sans vase ni végétation, ainsi qu'à proximité des rives riches en racines d'arbres et d'arbustes (LIND, 1977). Il supporte des eaux turbides. Son activité est surtout crépusculaire et nocturne (JEPSEN et al., 1999). Il vit dans des eaux à températures comprises entre 5 et 30 C.

Son régime alimentaire est exclusivement ichtyofage dès la taille de 7 à 8 cm (BRUSLE & QUIGNARD, 2006).

❖ **Distribution**

Espèce originaire des bassins de la Baltique, de la mer Noire, de la mer Caspienne et de la mer d'Aral. *S. lucioperca* a été introduite et stocké dans toute l'Europe, l'Asie occidentale et en Afrique du Nord (KOTTELAT & FREYHOF, 2007)

Le sandre s'est parfaitement développé dans les grandes rivières et lacs du Moyen Atlas au Maroc (AZEROUAL, 2003)

En Algérie l'espèce a été introduite pour la première fois dans différents barrages à l'est et au centre du pays durant les années 1980 (BACHA & AMARA, 2007 ; KARA, 2012). Actuellement des populations établie et autonomes existe (BAIKECHE et al., 2021).

Dans la région d'étude le sandre a été enregistré dans le réservoir de Cap-Jnet pour la première fois au cours de cette étude. Il est également présent dans les réservoirs de Draa El Mizan et Taksebt, ainsi que dans la rivière Aïssi en amont de ce dernier. Les populations de Taksebt et de Cap Jnet semblent être autosuffisantes, des juvéniles ayant été observés.

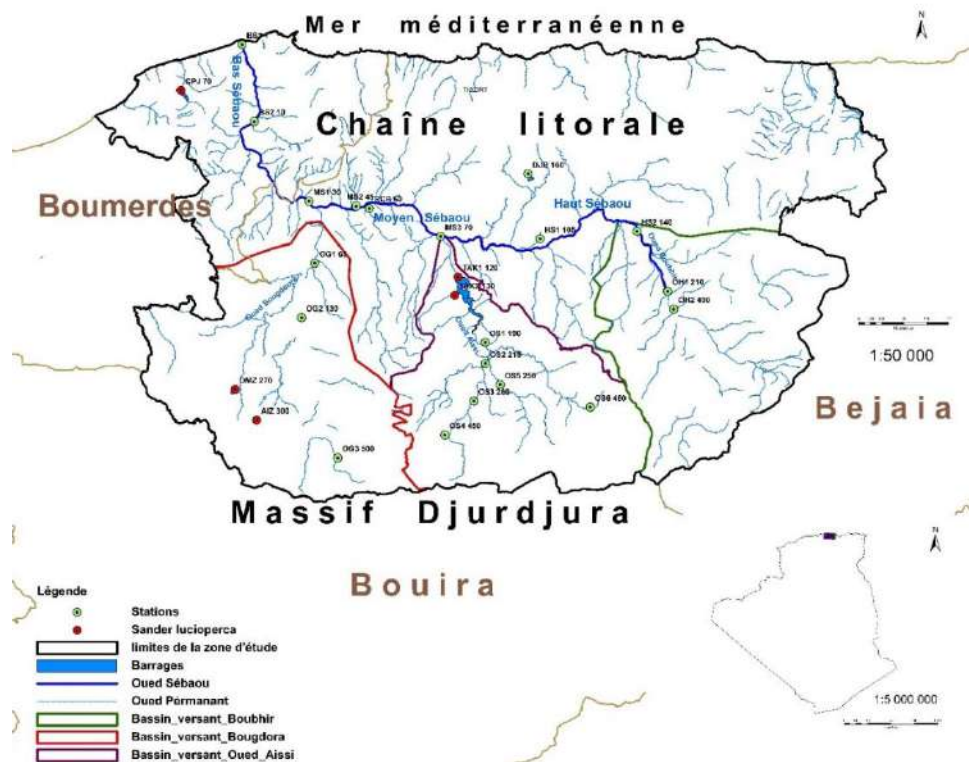


Figure 84. Carte de répartition du sandre (*Sander lucioperca*) dans la zone d'étude.

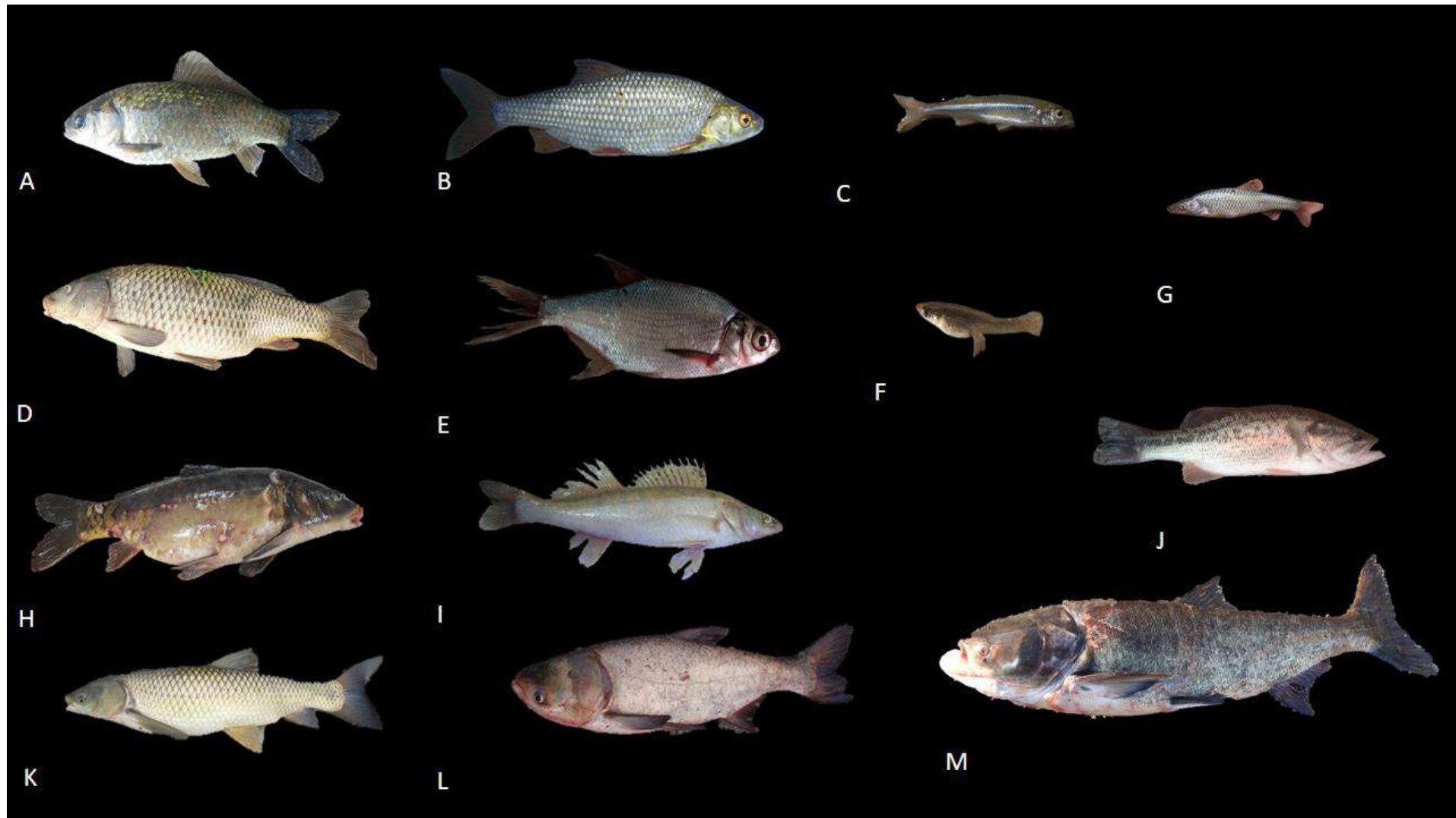


Figure.85 : Photos des espèces de poissons allochtones récolté en dans les plans d'eau de Kabylie (A- *Carassius auratus*, B- *Rutilus rutilus*, C- *Atherina boyeri*, D- *Cyprinus carpio*, E-*Abramis brama*, F- *Gambusia holbrooki*, G- *Pseudorasbora parva*, H- *Cyprinus carpio*, I- *Sander lucioperca*,J- *Micropterus salmoides*, K- *Ctenopharyngodon idella*, L-*Hypophthalmichthys molitrix*, M-*Hypophthalmichthys nobilis*).

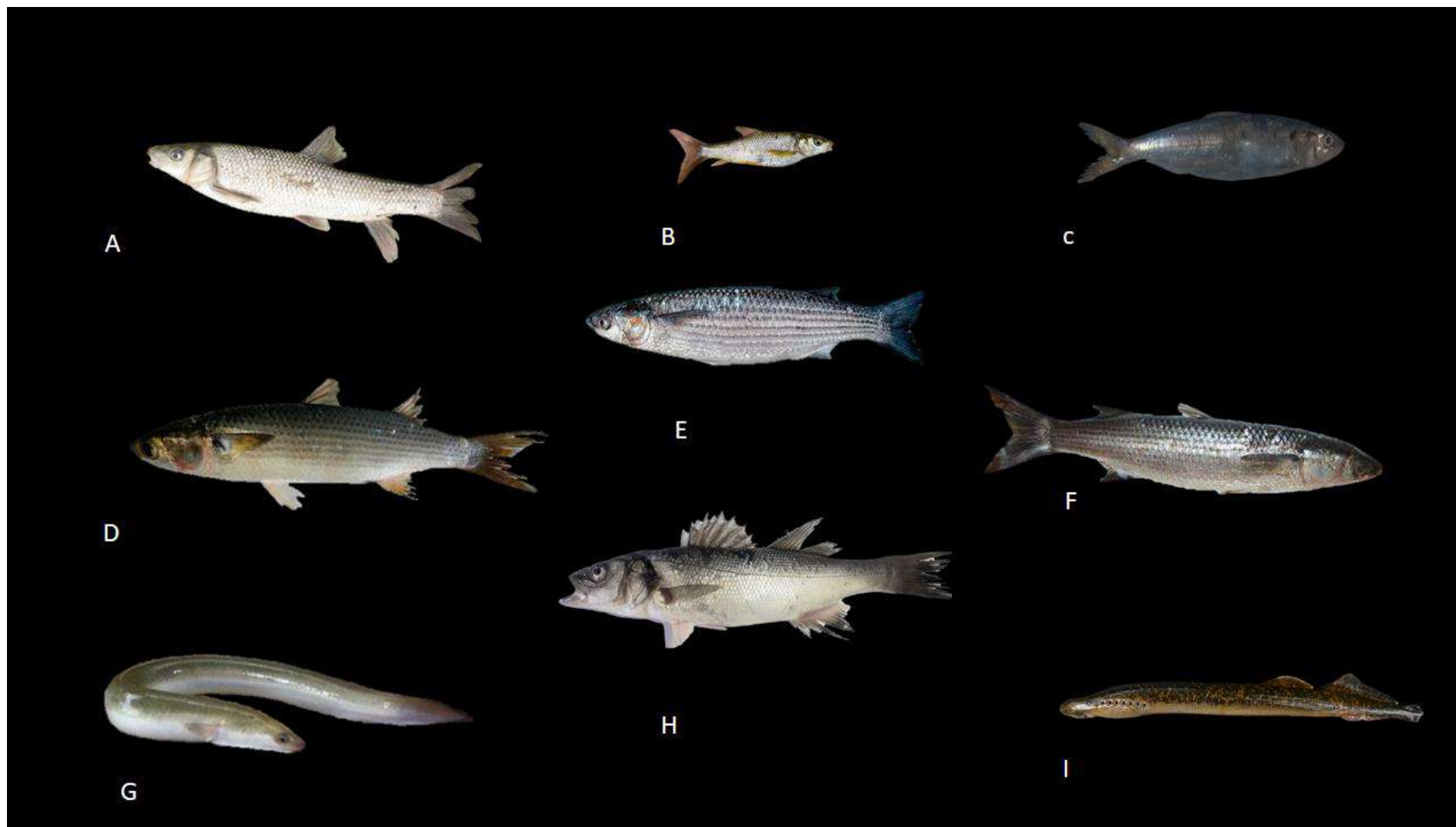


Figure .85 : Photos des espèces de poissons autochtones récoltées dans les plans d'eau de Kabylie (A - *Luciobarbus setivimensis* , B- *Tropidophoxinellus callensis*, C-*Alosa algeriensis*, D-*Mugil cephalus*, E-*Chelon aurata*, F-*Chelon ramada*, G-*Anguilla anguilla*, H-*Dicentrarchus labrax*, I-*Petromyzon marinus*). ,

Conclusion
&
perspectives

Conclusion

La présente étude représente une contribution à la connaissance de l'Ichtyofaune des eaux continentales d'Algérie et une première étude taxonomique des poissons dulçaquicoles de la Kabylie.

Le versant nord de la région de la Kabylie est riche en ressources hydriques. 24 sites de types variés, naturels ou artificiels où l'eau est permanente ou temporaire ont été échantillonnés. Ils ont permis de mieux connaître l'Ichtyofaune dans son milieu, parfois difficiles voir extrêmes.

Le réseau hydrographique du Sébaou est fortement perturbé par diverses agressions anthropiques. Les rejets urbains et industriels sont les principaux polluants des plans d'eau en dehors des activités agricoles et des extractions des sables. Ces dégradations ont conduit à la fragmentation des milieux et constituent une menace pour la vie aquatique.

Sur les 24 sites retenus, 18 sont étudiés du point de vue de leur qualité physico-chimique. Il en découle que la pollution suit globalement un gradient croissant de l'amont vers l'aval. Les stations amont correspondent aux milieux à pollution faible, essentiellement d'origine agricole et urbains, les stations avalées (partie moyenne et aval de l'oued Sébaou) sont à très forte pollution à la fois urbaine, industrielle et agricole.

En ce qui concerne la faune pisciaire d'Algérie, la synthèse bibliographique a permis d'établir une liste de 70 espèces réparties en 25 familles et 42 genres. 37 sont autochtones dont 12 endémiques et 33 introduites. Cette Ichtyofaune est caractérisée par la prédominance des éléments de l'ordre des Cypriniformes avec six familles, 10 genres et 24 espèces et dans une moindre mesure, les Cichlidae cinq genres et sept espèces, les Mugilidae (deux genres, cinq espèces) et les Cyprinodontidae (un genre, 4 espèces). Les autres familles ne sont représentées que par une, deux ou trois espèces.

Certaines dominances au niveau génériques d'ordre qualitatif se détachent de la communauté. C'est le genre *Luciobarbus* qui est le plus diversifié avec 9 espèces dont 8 sont endémiques d'Algérie (*Luciobarbus biscarensis*, *Luciobarbus pallaryi*, *Luciobarbus numidiensis*, *Luciobarbus setivemensis*, *Luciobarbus leptopogon*, *Luciobarbus chelefensis*, *Luciobarbus mascarensis*, *Luciobarbus lanigarensis*) et *Luciobarbus callensis* endémique de la partie Est du Maghréb (Est de l'Algérie et Tunisie). Parmi les espèces autochtones 15 figurent sur la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN (*Luciobarbus lanigarensis*, *Oreochromis mossambicus*, *Petromyzon marinus*, *Luciobarbus leptopogon*, *Luciobarbus mascarensis*, *Luciobarbus numidiensis*, *Aphanius iberus*, *Acipenser sturio*, *Anguilla anguilla*, *Anaocypris punica*, *Aphanius apodus*, *Aphanius saourensis*, *Haplochromis desfontainii*, *Alosa alosa* et *Alosa falax*)

Le peuplement Ichtyologique recensé dans les eaux continentales de la Kabylie est représenté par 21 espèces appartenant à 19 genres répartis dans 13 familles et huit ordres. Il représente 30% des espèces connues d'Algérie. Il est caractérisé par la prédominance des cypriniformes (4 familles, 10 espèces). Cinq espèces sont cités pour la première fois dans les eaux continentales de la Kabylie : *Abramis brama*, *Gambusia holbrooki*, *Atherina boyerie*, *Pseudorasbora parva* et *tropidophoxinellus callensis*.

Sur les 21 espèces inventoriées, les représentants de l'Ichtyofaune dulçaquicole sont en nombre de 13 dont seulement deux natives (*Tropidophoxinellus callensis*, *Luciobarbus setivimensis*). Les 11 autres sont plutôt des espèces introduites pour les besoins de l'aquaculture, la lutte contre l'eutrophisation des barrages, lutte antipaludique. En ce qui concerne les espèces d'eau euryhalines, elles sont au nombre de 8 (*Petromyzon marinus*, *Anguilla anguilla*, *Alosa algeriensis*, *Atherina boyeri*, *Mugil cephalus*, *Chelon ramada*, *Chelon aurata*, *Dicentrarchus labrax*). Elles remontent les cours d'eau à la recherche de nourriture

Cinq espèces forment l'essentiel du peuplement par leur abondance et leur fréquence (*Luciobarbus setivimensis*, *Carassius auratus*, *Pseudorasbora parva*, *Cydrinus carpio*, *Anguilla anguilla*). Ce sont les espèces les plus communes, colonisant différents types d'habitats : lacs de barrages, retenues collinaires et cours d'eau. Elles totalisent à elles seules 2064 individus, soit 74.7% du total

Afin de regrouper les stations et de rechercher les affinités entre elles, une analyse multivariées d'un tableau de contingence croisant stations et espèces a été réalisée par le moyen d'une AFC. Le modèle mathématique conçu révèle que les espèces de poissons recensées sont assemblées en trois groupes caractéristiques différents appartenant chaque un à une catégorie de sites : le groupe 1 caractéristique de l'embouchure est composé essentiellement d'espèces amphihalines. Le groupe 2 manifeste une forte hétérogénéité et est dominé par les espèces à faible effectifs. Le groupe 3 comprend les espèces fréquemment introduites et déversé dans les retenues artificielles. A ces trois groupements, les espèces les plus communes représentatives des plans d'eau considérés dans leur ensemble, occupent le centre du graphique

Au terme de cette étude, et dans le but de sauvegarder la diversité de l'Ichtyofaune autochtone des eaux continentales d'Algérie, des mesures urgentes et adéquates doivent être entreprise pour sa sauvegarde. Il est donc urgent d'actualiser les données relatives à la systématique, à la distribution et à l'écologie des poissons autochtones, avec des essais d'identification de leurs valeurs socio-économiques potentiels, d'identifier et d'évaluer les facteurs responsables du déclin de l'Ichtyofaune d'Algérie.

Ensuite des mesures de gestion pourront être recommandées et appliquées.

Il nous semble intéressant d'élargir encore notre recherche car la liste que nous avons présentée n'est pas exhaustive. Ainsi, la nécessité d'un suivi à long terme des milieux étudiés qui seul permettra de conclure quand à la stabilité réelle des peuplements et leur réponse aux évolutions de l'environnement.

Protéger une espèce c'est aussi protéger son milieu de vie. Il est donc de toute première nécessité d'accorder à cet habitat un statut juridique assurant la conservation, la gestion et la protection efficace des menaces extérieures, surtout la pollution.

Références bibliographiques

- **ABELL, Robin. 2002.** Conservation biology for the biodiversity crisis: a freshwater follow-up. *Conservation Biology*, vol. 16, no 5, p. 1435-1437.
- **AMINOT, Alain et KÉROUEL, Roger. , 2004.** *Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses.* Editions Quae, vol. 4, no 1, p. 15-32.
- **ALLADI J. & CHANCEREL F. 1988 .** Note ichthyologique sur la présence en France de *Pseudorasbora parva* (schtegel, 1842). *Bulletin Français de la pêche et la Pisciculture* , 308 : 35-37.
- **ALLARDI J. & KEITH P. 1991.** Atlas préliminaire des poissons d'eau douce de France. Coll. Patrimoines naturels, vol. 4, MNHN , SFF, CSP, CEMAGREF, Min. Env., 232 p.
- **ALMAÇA C. 1969.** Révision critique de quelques types de Cyprinidae d'Europe et d'Afrique du Nord des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 40 (6) : 1116-1144.
- **ALMAÇA C. 1970.** Sur les barbeaux (genre et sous genre Barbus) de l'Afrique du Nord. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 42 (1): 141-158.
- **ALMAÇA C. 1995.** Freshwater fish and their conservation in Portugal. *Biological Conservation*, 72 (2): 125- 127.
- **ARAB I.Y., ARAB A. & KARA M.H. 2020 .** Range expansion of the ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) to the southern Mediterranean: First record in Koudiat Medouar reservoir, Algeria. *J Appl Ichthyol.* 2020; 00:1–4. <https://doi.org/10.1111/jai.14070>.
- **ARKUSH K.D., MENDOLA L., ADKSON M.A. & HEDRICK R.P. 2003.** Observations on the Life Stages of *Sphaerothecurndestruens* n. g., n. sp., a Mesomycetozoean Fish Pathogen Formally Referred to as the Rosette Agent. *Journal of Eukaryotic Microbiology* , 50 (6): 430-438.
- **AZEROUAL A. 2003 .** Monographie des poissons des eaux continentales du Maroc : Systématique , distribution et écologie . Thèse de Doctorat Es sciences , Université de Rabat, Maroc, 164 p.
- **AZEROUAL A., CRIVELLI A.J., YAHIAOUI A. & DAKKI M. 2000.** L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybium*, 24 (3) : 17-22.
- **BAENSCH H.A. & RIEHL R. 1991.** Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Germany, 1104 p.
- **BACHA M. & AMARA R. 2007.** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Etude de l'ichtyofaune de la Soumamm. *Cybium*, 31(3): 351-358.
- **BAIKECHE L., LOUNACI A., FORD M., LOUNACI-DAOUDI D. & FREYHOF J. 2021.** Freshwater fishes of West Kabylia , Algeria . Ichthyological Exploration of Freshwaters . *Biodiversity Journal*, 12 (4): 957-966.
- **BALON E.K. 1974.** Domestication of the carp *Cyprinus carpio* L. *Roy. Ont. Mus. Life Sci.*

- Misc. Publ.* 37 p.
- **BANARESCU P. 1999.** *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). In the freshwater fishes of Europe, cyprinidae 2, part 1, BANARESCU PM, *Aula Verlag* : 207-224
 - **BENZEKRI J.P. 1973.** L'analyse des données. Tome II : L'analyse des correspondances. Ed. Dunod, Paris, 619 p.
 - **BIANCO P.G. 1995.** Mediterranean endemic freshwater fishes of Italy. *Biological Conservation*, 72 (2): 159- 170.
 - **BLANCO J.L., HRBEK T. & DOADRIO I. 2006.** A new species of the genus *Aphanius* (Nardo, 1832) (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from Algeria. *Zootaxa*, 1158: 39-53.
 - **BILLARD R. 1995.** Les carpes, biologie et élevage. INRA, Paris, 87 p.
 - **BILLARD R. 1997.** Les poissons d'eau douce des rivières de France, identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Ed. Delachaux&Niestlé. Paris. 192p.
 - **BOUHADAD R. & ASSELAH B. 1998.** Biodiversité comparée de l'ichtyofaune des eaux douces algériennes (Sahara et nord) et maghrébine. *Santé plus*, 61: 19-22.
 - **BOUHADAD R. 1993.** Distribution des espèces de genre *Barbus* en Algérie. *Cahier Entomologique*, 13: 185-188.
 - **BOULENGER G.A. 1911.** Catalog of the freshwater fishes of Africa in the British Museum (Natural History). Vol.2. Trustees, London, 529 p.
 - **BOUTON L. 1957.** Trois semaines à l'embouchure de l'oued Sébaou. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 1: 37-114.
 - **BRAHIMI A., FREYHOF J., HENRARD A. & LIBOIS R. 2017.** *Luciobarbus mascarensis* and *Luciobarbus chelifensis* (Cyprinidae): two new species in Algeria. *Zootaxa*, 4277 (1): 32-50.
 - **BRAHIMI A., LIBOIS R., HENRARD A. & FREYHOF J. 2018.** *Luciobarbus lanigarensis* and *L. numidiensis*, two new species of barbels from the Mediterranean Sea basin in North Africa (Teostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4433 (3): 542-560.
 - **BRITTON J.R. & BRAZIER M. 2006.** Eradicating the invasive topmouthgudgeon, *Pseudorasbora parva*, from a recreational fishery in northern England. *Fisheries Management and Ecology*, 13 (5): 329-335.
 - **BRITTON J.R., CUCHEROUSSET J., DAVIES G.D., GODARD M.J. & COPP G. H. 2010.** Non-native fishes and climate change: predicting species responses to warming temperatures in a temperate region. *Freshwater Biology*, 55 (5): 1130-1141.

- **BRUSLE J. & QUIGNARD J.P. 2004.** Les poissons et leur environnement : écophysiologie et comportement adaptatifs. Ed. Lavoisier, Paris, 1522 p.
- **BRUSLE J. & QUIGNARD J.P. 2013.** Biologie des poissons d'eau douce européens. 2^o Éd. Lavoisier, Paris, 740 p.
- **CANAGARATNAM P. 1959.** Growth of fishes in different salinities. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 16 (1): 121-130.
- **CARLANDER K.D. 1969.** Handbook of Freshwater Fishery Biology, Volume One. Iowa University Press, Ames, USA, 752 p.
- **CARREL G., BERTHELEMY D., AUDA Y. & CHESSEL D. 1986.** Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées : utilisation en hydrobiologie. *Acta Oecologica*, 7: 189 -2003.
- **CAUVET G. 1913.** Les poissons du Sahara algérien. *Bulletin Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 6: 102-104.
- **CAUVET G. 1930.** *Bulletin des travaux publiés par la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 1: 21- 73.
- **CHAIBI R. 2014.** Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara Septentrional avec sa mise en valeur. Thèse de Doctorat Es sciences, Université de Biskra, Algérie, 237 p.
- **CHAOUI L., KARA M.H., FAURE H.E. & QUIGNARD J.P. 2006.** L'ichtyofaune de la lagune du Mellah (Algérie Nord Est): Diversité, production et analyse des captures commerciales. *Cybium*, 30 (2): 123-132.
- **CHEN W.J. & MAYDEN R.L. 2009.** Molecular systematics of the Cyprinoidea (Teleostei: Cypriniformes), the world's largest clade of freshwater fishes: further evidence from six nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52: 544-549.
- **CHU X.L. & CHEN Y.R. 1989.** [*The fishes of Yunnan, China. Part 1. Cyprinidae*]. Eds. Science Press, Beijing, 337 p.
- **CLAVERO M. & HERMOSO V. 2011.** Reservoirs promote the taxonomic homogenization of fish communities within river basins. *Biodiversity and Conservation*, 20 (1): 41-57.
- **CELLAMARE M.** Évaluation de l'Etat Ecologique des Plans d'Eau Aquitains à partir des Communautés de Producteurs Primaires. Thèse de doctorat ,Univ Bordeaux ` , France : 334p.

- **CRIVELLI A.J. 1995.** Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the Northern Mediterranean region? *Biological Conservation*, 72: 311-319.
- **CRIVELLI A.J. 2018.** *Luciobarbus setivimensis* (amended version of 2006 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018.e.T60406A136080853. Accessed on 04 June 2022.
- **CUTTELO D. & FISHAR M.R. 2010.** The status and distribution of freshwater biodiversity in northern Africa. The IUCN Red List of Threatened species.
- **CUVIER G. & VALENCIENNES A. 1842.** Histoire naturelle des poissons. P. Bertrand Paris 16: 1828 –1850.
- **DAJOZ R. 1982.** Précis d'écologie. (4e édition).Gauthier-villars, Paris. 503 p.
- **DAJOZ R. 2006.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Ed. Dunod, Paris, 195 p.
- **DARWALL W., CARRIZO S., NUMA C., BARRIOS V., FREYHOF J. & SMITH K. 2014.** Freshwater Key Biodiversity Areas in the Mediterranean Basin Hotspot: Informing species conservation and development planning in freshwater ecosystems. Cambridge, UK and Malaga, Spain: IUCN. i-x + 1-86.
- **DARWALL W.R. & FREYHOF J. 2015.** Lost fishes, who is counting? The extent of the threat to freshwater fish biodiversity. Pp. 1-36. In: Closs, G.P., M. Krkosek and J.D. Olden (eds). Conservation of Freshwater Fishes. Cambridge University Press: i-xviii + 1-581.
- **DIDAY E., LEMAIRE J., POUGET J. & TESTUT F. 1982.** Eléments d'analyse des données. Ed. Dunod, Paris, 462 p.
- **DIEUZEIDE R. & CHAMPAGNE R. 1950.** L'able de la calle (*Phoxinellus callensis* Guichenot). *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 9-28.
- **DIEUZEIDE R. & ROLAND J. 1951.** Le laboratoire d'hydrobiologie et de pisciculture d'eau douce du Mazafran. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 3: 190-207.
- **DIEUZEIDE R. 1927.** L'oued Réghaia. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 161-171.
- **DIEUZEIDE R. 1932.** L'empoisonnement des eaux de l'oued Mazafran. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 189-207.
- **DJEZZAR M. 2015.** Biodiversité et diagnose piscicole de trois lacs de barrages du haut Chellif (Ain Defla, Algérie). Thèse de Doctorat Es Sciences. ENS Agronomique d'El Harrach, Alger.

- **DOADRIO I. 1994.** Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. *Annales du Musée Royal d'Afrique Centrale, Zoologie*, 275: 21-34.
- **DOADRIO I., BOUHADAD R. & MACHORDOM A. 1998.** Genetic differentiation and biogeography in Sahara populations of the genus *Barbus* (Osteichthyens, Cyprinidae). *Folia Zoologica*, 47: 7-20.
- **DOLEDEC S. & CHASSEL D. 1991.** Recent development in linear ordination methods for environmental sciences. *Advances in Ecology*, 1: 133-155.
- **DUDGEON D., ARTHINGTON A.H., GESSNER M.O., KAWABATA Z.I., KNOWLER D.J., LÉVÊQUE C., NAIMAN R.J., PRIEUR-RICHARD A.H., SOTO D., STIASSNY M.L. & SULLIVAN C.A. 2006.** Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81(2): 163-182.
- **DUSSART B. 1966.** Limnologie. L'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier Villars, Paris, 677 p.
- **ELVIRA B. 1995.** Native and exotic freshwater fishes in Spanish river basins. *Freshwater Biology*, 33: 103- 108.
- **FORD M., BRAHIMI A., BAIKECHE L., BERGNER L., CLAVERO M., DOADRIO I., LOPES-LIMA M., PEREA S., YAHYAOU I. & FREYHOF J. 2020.** Freshwater fish distribution in the Maghreb: a call to contribute. OSF Preprints, January 9.
- **FREYHOF J., BALMA G.A.C. & DELMASTRO G.B. 2020.** A small historical collection of freshwater fishes from Tunisia and Algeria. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 1148: 1-8.
- **FREYHOF J., BERGNER L. & FORD M. 2020.** Threatened Freshwater Fishes of the Mediterranean Basin Biodiversity Hotspot: Distribution, extinction risk and the impact of hydropower. Euro Natur and River Watch. i-viii + 1-348.
- **FOUCHY K., MCCLAIN M. & CONALLIN J. 2019.** Multiple stressors in African freshwater systems. In : *Multiple stressors in river ecosystems*. Elsevier. p. 179-191.
- **GAUJOUS D. 1995.** *La pollution des milieux aquatiques: aide-mémoire*. Technique & Documentation-Lavoisier.
- **GARCIA N., ABDUL MALAK M., KRAIEM M.M., SAMRAOU I., AZEROUAL A., GOZLAN R.E., BRITTON J.R., COWX I. & COPP G.H. 2010a.** Current understanding on non-native Freshwater introductions. *Journal of Fish Biology*, 76 (4): 751-796, doi:10.1111/j.1095- 86 49.2010.02566.x.

- **GERVAIS P. 1853.** Notice sur deux nouveaux genres de poissons de l'Algérie, Coptodon (Atherina) Zillii et Telliaapoda. P.V. Soc. Philom. Paris, pp 24-86.
- **GOUBIER V., MARTIN M., KOKKIDIS M.J. & EXBRAYAT J.M. 1997.** Comparative evolution of the ovary maturation n of black-bass (*Micropterus salmoides*) according to the water temperature. *Polskie ArchiwHydrobil*, 44(1-2) : 129-138.
- **GOZLAN R.E., ST-HILAIRE S., FEIST S.W., MARTIN P. & KENT M.L. 2005.** Biodiversity–disease threat to European fish. *Nature*, 435 (7045): 1046.
- **GOZLAN R. E., KARIMOV B. K., ZADEREEV E. 2019.** Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia. *Inland Waters*, vol. 9, no 1, p. 78-94.
- **GRALL J. & COIC N. 2005.** Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Institut Universitaire Européen de la Mer. Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin. Laboratoire des Sciences de l'environnement marin, 90 p.
- **HAMICHE A.M., STAMBOULI A.B. & FLAZI.S.A.** Review on the water and energy sectors in Algeria: Current forecasts, scenario and sustainability issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 41, p. 261-276.
- **HENSLEY D.A. & COURTENAY J.R. 1980.** Page 771 in D. S. Lee and five coeditors. Atlas of North American freshwater fishes. *North Carolina State Museum of Natural History*. Raleigh. North Carolina, USA.
- **HILL M.O. 1974.** Correspondence analysis: an elected multivariate method. *Journal of Applied Statistics*, 23 (3): 340-354.
- **HOFFMANN-LEGRAND M. 2021.** Les poissons amphihalins de France face au changement climatique : évolution des effectifs et modification de la phénologie migratoire. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse, 286 p.
- **HUTAGALUNG R.A. 1998.** Evolution des peuplements piscicoles de la Garonne à Toulouse dans un environnement anthropisé : analyse biologique et écologique. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques, Institut national polytechnique de Toulouse, 232 p.
- **IUCN. 2008.** IUCN Red List of Threatened Species. Available. at: <http://www.iucnredlist.org>. (Accessed: 5 October 2008).
- **IUCN. 2022.** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. Availableat: www.iucnredlist.org. (Accessed: 21 July 2022).

- **JEANNEL R. 1956.** Un nouveau genre de *Psélaphides* de l'île Maurice (Col.). *Mauritius Institute Bulletin*, 3 (5): 279-282.
- **JENKINS R.E. & BURKHEAD N.M. 1994.** Freshwater Fishes of Virginia. *American Fisheries Society, Bethesda, MD*, 1079 p.
- **JPSEN N., KOED A. & OKLAND F. 1999.** The movements of pick perch in a shallow reservoir. *J. fish biol* 54:1083-1093.
- **KARA H.M. 2011.** Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European Journal of Wildlife Research*, 58: 243-253.
- **KARA H.M. 2012.** Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European Journal of Wildlife Research*, 58 (1): 243-253.
- **KEITH P. & ALLARDI J. 2001.** Atlas des poisons d'eau douce de France. *Collection patrimoines Naturels*, 47: 1-387.
- **KEITH P. & ALLARDI J. 1997.** Bilan des introductions de poissons d'eau douce en France. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 344/345: 181-191.
- **KEITH H., CZUCZ B., JACKSON B., DRIVER A., NICHOLSON E. & MAES J. 2020.** A conceptual framework and practical structure for implementing ecosystem condition accounts. *One Ecosystem*, 5 (2): e58216.
- **REJEB-JENHANI, AMEL BEN, KARTAS, FREDJ, LEMOALLE. 1991 .** Phytoplankton du lac Ichkeul (Tunisie): Composition, structure et activité photosynthétique Phytoplankton of Lake Ichkeul (Tunisia): Composition, Structure and Photosynthetic Activity. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, vol. 76, no 2, p. 241-256.
- **RINCHARD J.& KESTEMONT P. 1996.** Comparative study of reproductive biology in single and multiple spawner cyprinid fish. I. Morphological and histological features. *Journal of Fish Biology*, 49 (5): 883-899.
- **KOTTELAT M. & FREYHOF J. 2007.** Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland, Publications Kottelat. i-xiii+ 646 pp.
- **KOTTELAT M. & WITTEN T. 1996.** Freshwater Biodiversity in Asia with Special Reference to Fish. *World Bank Technical Paper*, 343: 1-59.
- **KRAIEM M. 1983.** Les poissons d'eau douce de Tunisie: inventaire commenté et répartition géographique. *Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salammbô* 10: 107-124.
- **KRAIEM M. 1989.** Révision de l'inventaire des poissons d'eau douce de Tunisie. *Bulletin de*

la Société des Sciences Naturelles de Tunisie, 20/21: 98-100.

- **LE BERRE M. 1989.** Faune du Sahara.1. Poissons, Amphibiens, Reptiles. Série « Terres africaines ». Eds. Lechevalier & R. Chabaud, Paris, 332 p.
- **LEHNER B., VERDIN K. & JARVIS A. 2008.** New global hydrography derived from space borne elevation data. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 89 (10): 93-94.
- **LEVEQUE C. & DAGET J. 1984.** Cyprinidae. In : (J. Daget, J.P. Gosse and D.F.E. Thys van den Audenaerde, eds) Check-List of the freshwater fishes of Africa, ORSTOM, Paris et MRAC, Tervuren, pp: 217-342.
- **LEVEQUE C. 1995.** L'habitat : être au bon endroit au bon moment ? Bulletin français de pêche et pisciculture, 337-338-339 : 9-20.
- **LEVEQUE C. & PAUGY D. 2006.** Distribution géographique et affinités des poissons d'eau douce africains, 59–74 p. In: Lévêque C. & Paugy D. Les poissons des eaux continentales : diversité, écologie, utilisation par l'homme. Ed. IRD, Paris, 521 p.
- **LIEW J.H., TAN H.H. & YEO D.C. 2016.** Dammed rivers: impoundments facilitate fish invasions. *Freshwater Biology*, 61 (9): 1421-429.
- **LIND E.A. 1977.** A review of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). Eurasian perch (*Perca fluviatilis*), and ruffe (*Gymnocephalus cernua*) in finland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34 (10): 1684-1695.
- **LOCHET A. 2006.** Dévalisons des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose *Alosa alosa* et l'alose feinte *Alosa fallax* : apports de la microchimie et microstructure des otolithes. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I. Ecole doctorale science vivant-géosciences-science de l'environnement, 220 p.
- **LOUNACI A. & VINÇON G. 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord [Plecoptera]. *Ephemera*, 6 (2): 109-124.
- **LOUNACI A. 2005.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat. Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 280 p.
- **LOUNACI Z., DOUMANDJI S., DOUMANDJI-MITICHE B. & TAGUEMOUT M. 1989.** Bioecology of Culicidae [Diptera; Nematocera] of Taksebt dam of Tizi-Ouzou (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10 (9): 20-29.
- **LOUNACI-DAOUDI D. 2002.** Les poissons d'eau douce d'Algérie. Congrès International sur l'Ecologie des Populations et des Communautés Animales en Afrique du Nord. Université

Paul Sabatier, Toulouse III, France : 25- 26 juin.

- **LOUNACI-DAOUDI D. 2012.** Les poissons d'eau douce d'Algérie: inventaire et répartition. 3^{ème} Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie, Marrakech, Maroc : 7-9 novembre.
- **LOUNACI-DAOUDI D., LOUNACI A. & ARAB A. 2016.** Freshwater fish fauna of Algeria: the fish fauna of inland waters of Great-Kabylia. *Advances in Environmental Biology*, 10: 74-84.
- **MACHORDOM A., BOUHADAD R. & DOADRIO I. 1998.** Allozyme variation and evolutionary history of North African populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Divers Distrib*, 4: 217-234.
- **MEDDOUR R. 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse d'État en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie), 397 p.
- **MCDOWALL R. 2006.** Crying wolf, crying foul, or crying shame: Alien Salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16 (3): 233-422.
- **MENDOZA J., BOOTH S. & ZELLER D. 2003.** Venezuelan marine fisheries catches in space and time: 1950-1999. pp. 171- 180 In Zeller D. Booth S. Mohammed E. and Pauly D. From Mexico to Brazil: Central Atlantic fisheries catch trends and ecosystem models. Fisheries Centre Research Reports 11 (6). University of British Columbia, Vancouver.
- **MICHEL P. OBERDORFF T. 1995.** Feeding habits of fourteen european freshwater fish species. *Cybium*, 19 (1): 5-46.
- **MILI S., ENNOURI R. & LAOUAR H. 2016.** Population status of freshwater fish in Tunisian reservoirs. Saving Freshwater Fishes and Habitats. *Newsletter of the IUCN SSC/WI Freshwater Fish Specialist Group*, 11: 32-34.
- **MOREAU J., ARRIGNON J. & JUBB R.A. 1994.** Introduction of foreign fishes in African inland waters. Suitability and problems. In: Lévêque C., Bruton M.N. & Sentongo G.W. (Eds.), *Biology and ecology of African freshwater fishes*, ORSTOM: 395–426.
- **MOREAU J., AVIGNON J. & JUBB R.A. 1988.** Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines : Intérêts et limites. Leveque. C., Bruton, M.N. and Ssentongo, G.W. (eds). *Biology and Ecology of African Freshwater Fishes*, ORSTOM 216: 395-425, Paris, France.

- **MOYLE P.B. 2022.** Inland Fishes of California, Revised and Expanded. University of California Press, London, 413 p.
- **MURAI T. & ANDREWS J.W. 1977.** Effects of salinity on the eggs and Fry of the Golden shiner and Gold fish. *The Progressive Fish-Culturist*. 39 (3): 121-122.
- **NELSON J.S. 1994.** Fishes of the world. 3rd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, 600 p.
- **NELSON J.S. 2006.** Fishes of the world John Wiley and Sons. Inc., Hoboken, New Jersey, 601 p.
- **NELVA A., PERSAT H. & CHESSEL D. 1979.** Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 289(D) : 1295-1298.
- **NIEDERHOLZER R. & HOFER R. 1980.** The feeding of roach (*Rutilus rutilus* L.) and rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.). 1. Studies on natural populations. *Ekologia Polska*. 28: 45-59.
- **PAGE L.M. & BURR B.M. 1991.** A field guide to freshwater fishes. Ed. Houghton Mifflin, Boston, 432 p.
- **PELLEGRIN J. 1921.** Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française: Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara. *Mémoire Société Sciences Naturelles du Maroc*, 1 (2): 1-216.
- **PELLEGRIN J. 1939.** Les barbeaux de l'Afrique du nord française : description d'une espèce nouvelle. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles Du Maroc*, 19 (1): 1-10.
- **PENCZAK T. & MOLINSKI M. 1984.** Fish production in Oued Sebaou, a seasonal river in North Algeria. *Journal of Fish Biology*, 25 (6): 723-732.
- **PERDICES A. & DOADRIO I. 1992.** Presence of the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* (Schlegel 1842) in North Africa. *Miscellanea Zoologica*, 16: 236-239.
- **PEREA S., BÖHME M., ZUPANCIC P., FREYHOF J., SANDA R., ÖZULUG M., ABDOLI A. & DOADRIO I. 2010.** Phylogenetic relationships and biogeographical patterns in circum-Mediterranean subfamily Leuciscinae (Teleostei, Cyprinidae) inferred from both mitochondrial and nuclear data. *BMC Evolutionary Biology*, 10 (265): 1-27.
- **PICKETT G.D. & PAWSON M.G. 1994.** Sea Bass. Biology, Exploitation and Management Fish and Fisheries Series, 12. Ed. Chapman & Hall, London, 358 p.
- **PLAYFAIR H.M. & LETOURNEUX M. 1871.** Memoir on the hydro geographical system and the freshwater fish of Algeria. *Annals Magazine Natural History*, 8 (4): 373-394.

- **RAZANI H. & HANYU I. 1986.** Nippon Suisan Gakkaishi, 52 : 965-969.
- **ROBERTS T.R. 1975.** Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 57 (4): 249-319.
- **ROBISON H.W. & BUCHANAN T.M. 1988.** Fishes of Arkansas. University of Arkansas Press, Fayetteville.
- **RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H. & RODI L. 2005.** L'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8ème Ed. Dounod, paris : 1383p.
- **RODIER J., LEGUBE B & MERLET N. 2009.** L'analyse de l'eau. Ed. Dunod : pp 1368.
- **ROSENBAUM G., LISTER G.S. & DUBOZ C. 2002.** Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene. In: Rosenbaum G. & Lister G.S., Reconstruction of the evolution of the Alpine-Himalayan Orogen. *Journal of the virtual explorer*, 8: 107-130.
- **SCHÖNHUTH S., VUKIC J., ŠANDA R., YANG L. & MAYDEN R.L. 2018.** Phylogenetic relationships and classification of the Holarctic family Leuciscidae (Cypriniformes: Cyprinoidei). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 127 :781-799.
- **SCOTT W.B. & CROSSMAN E.J. 1973.** Freshwater Fishes of Canada. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 184, 966 p.
- **SEURAT L.G. 1922.** Les connaissances actuelles sur les poissons culicivores. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 1: 55-73.
- **SEURAT L.G. 1930.** Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie. Eds. Masson et Cie, Paris, 712 p.
- **SOUCHON Y. 1994.** Etat de l'avancement des recherches sur la modélisation de l'habitat des poissons des cours d'eau de France. *Bulletin Français de pêche et de pisciculture*, 332 : 57-71.
- **SPILLMANN C.J. 1961.** Faune de la France, 65 poissons d'eau douce. Ouvrage publié avec le concours du centre National de la Recherche Scientifique. Eds. Paul Lechevalier, Paris, 25-26 p.
- **SPOTILA J.R., STANDARA E.A. & FOLEY R.E. 1979.** Body temperature of green turtles: free swimming and active on land at tortuguero, Costa Rica. *American Zoologist*, 19 : 982.

- **STEFFENS W. 1958.** Der Karpfen. Die Neue Brehm-Bücherei 203, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- **SVETOVIDOV 1973.** Gadidae. In Check list of the Fishes of the North-eastern Atlantic and of the Mediterrean. UNESCO: 1: 314. Il manque l'initiale du prenom.
- **SZCZERBOWSKI J.A. & SZCZERBOWSKI A.J. 2001.** *Carassius carassius* Linnaeus, 1758). In Banarescu P.M. and Pacpke H.J. The freshwater fishes of Europe, v.5; Cyprinidae: AULA-verlag GmbH wiebelsheim, Germany, 5-41 p.
- **TAN M. & ARMBRUSTER J.W. 2018.** Phylogenetic classification of extant genera of fishes of the order Cypriniformes (Teleostei: Ostariophysii). *Zootaxa*, 4476 (1): 006-039.
- **TOMASSONE R., DERVIN C. & MASSON J.P. 1993.** Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques. Ed. Masson, Paris, 576 p.
- **TOUIL A., CASAL-LOPEZ M., BOUHADAD R & DOADRIO I. 2019.** Phylogeny and phylogeography of the genus *Luciobarbus* (Haeckel, 1843) in Algeria inferred from mitochondrial DNA sequence variation MITOCHONDRIAL DNA PART A 2019, VOL. 30, NO. 2, 332–344 <https://doi.org/10.1080/24701394.2018.1526928>
- **TRAUTMAN M.B. 1981.** The Fishes of Ohio. 2° Ed. Ohio State University Press, Columbus, 782 p.
- **TSIGENOPOULOS C.S. 1999.** Phylogéographie du genre *Barbus* (Téléostéens, Cyprinidae) dans les régions périméditerranéennes. Reconstitution des grandes lignées de migration au moyen des marqueurs nucléaires et mitochondriaux. Thèse de Doctorat Es sciences, Université de Montpellier II, 286 p.
- **TSIGENOPOULOS C.S., DURAND J.D., ÜNLÜ E. & BERREBI P. 2003.** Rapid radiation of the Mediterranean *Luciobarbus species* (Cyprinidae) after the Messinian salinity crisis of the Mediterranean Sea, inferred from mitochondrial phylogenetic analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80 (2): 207-222.
- **TSIGENOPOULOS C.S., KASAPIDIS P. & BERREBI P. 2010.** Phylogenetic relationships of hexaploid large-sized barbs (genus *Labeobarbus*, Cyprinidae) based on mtDNA data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56, 851–8.
- **UICN. 2009.** I U C N Red list of threatened Species. Version 2009. 2. Downloaded.

- **VÖRÖSMART Y., CHARLES J., MCINTYR E., PETER B., GESSNE R., MARK O. 2010.** Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, vol. 467, no 7315, p. 555-561.
- **WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J. & TORTONESE. E. 1986.** Poissons de l'Atlantique du Nord-est et de la Méditerranée, Volume II. Ed. Unesco. 350- Wiens J.A., (1989) - L'écologie des communautés d'oiseaux, Vol. 2. Les processus et les variations. Cambridge University Press, Cambridge.
- **WALKER, R. M. et JOHANSEN, P. H. 1977.** Anaerobic metabolism in goldfish (*Carassius auratus*). *Canadian Journal of Zoology*, vol. 55, no 8, p. 1304-1311.
- **WARDEN R.L. & LORIO W.J. 1975.** Movements of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in impounded waters as determined by underwater telemetry. *Transactions of American Fisheries Society*, 104: 696-702.
- **YAKOUB B. 1996.** Le problème de l'eau en Grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 189 pp.
- **YAKOUB B. 2005.** L'eau dans le bassin versant du Sébaou et le village de Tizi-Ouzou (Evaluation, contraintes et recommandations). Thèse Doctorat ès Sciences, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 269 pp.
- **ZHADIN V.I. & GERD S.V. 1963.** Fauna and Flora of the rivers, lakes and reservoirs of the U.S.S.R. Publié à Moscou en 1961, traduit du Russe à l'anglais à Jérusalem en 1963, 626 p.
- **ZHOU J., WU Q., WANG Z. & YE Y. 2004.** Molecular phylogenetics of three subspecies of common carp *Cyprinus carpio*, based on sequence analysis of cytochrome b and control region of mtDNA. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 42 (4): 266-269.
- **ZOUAKH D.E. & BOUHADAD R. 2002.** Potentialités aquacoles des eaux continentales algériennes. Commémoration de la Journée mondiale de l'alimentation, Alger, MATE: 32-45.
- **ZOUAKH D.E., BOUHADAD R., MOULLA M. & CHERBI M. 2004.** Ichtyofaune, macrofaune benthique et peuplement zooplanctonique des hydrosystèmes du Hoggar et du Tassili. *Bulletin de la société zoologique de France*, 103 (1): 55-80.

Annexes

Annexe 1. Localisation des différents sites étudiés.

Localité	Bassin Vérssant	Sous-Bassin	Site	Description	Latitude	Longitude	Abreviation	Alt(m)	Dist/mer(km)
Boumerdes	Sebaou	Bas Sébaou	Takdemt	Cour d'eau	36.910108	3.85373	BS1	5	1
Boumerdes	Sebaou	Bas Sébaou	Baghlia	Cour d'eau	36.833142	3.867943	BS2	10	11
TiziOzou	Sebaou	Moyen Sébaou	Tadmait	Cour d'eau	36.752775	3.935065	MS1	40	18
TiziOzou	Sebaou	Moyen Sébaou	Dbk	Cour d'eau	36.747557	3.993603	MS2	48	25
TiziOzou	Sebaou	Moyen Sébaou	Tazmalt	Cour d'eau	36.716304	4.098301	MS3	75	45
TiziOzou	Sebaou	Haut Sébaou	Chaib	Cour d'eau	36.712649	4.221759	HS1	102	65
TiziOzou	Sebaou	Haut Sébaou	Freha	Cour d'eau	36.718871	4.342246	HS2	140	69
TiziOzou	Sebaou	Oued Bougdoura	Bougdoura	Cour d'eau	36.690806	3.941464	OG1	75	36
TiziOzou	Sebaou	Oued Bougdoura	AssifBoghni	Cour d'eau	36.636556	3.924423	OG2	150	45
TiziOzou	Sebaou	Oued Bougdoura	Ath Kouffi	Cour d'eau	36.49597	3.967599	OG3	510	70
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	Takhoukht	Cour d'eau	36.609769	4.15197	OS1	200	64
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	Route Ouadhias	Cour d'eau	36.588679	4.15197	OS2	220	68
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	AssifTamdaOussarghi	Cour d'eau	36.551293	4.137081	OS3	330	76
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	Tamdaoussarghi	Cour d'eau	36.517778	4.100636	OS4	455	81
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	Assiflarbba	Cour d'eau	36.567359	4.169997	OS5	260	71
TiziOzou	Sebaou	Oued Aissi	Assif djamaa	Cour d'eau	36.543715	4.281334	OS6	385	73
TiziOzou	Sebaou	Oued Boubhir	Haut sebaou	Cour d'eau	36.658516	4.379244	OH1	210	79
TiziOzou	Sebaou	Oued Boubhir	Boubhir	Cour d'eau	36.640532	4.386606	OH2	400	92
TiziOzou	Sebaou	Barrage	Taksebt 1	Barrage	36.675616	4.119193	TAK1	170	53
TiziOzou	Sebaou	Barrage	Taksebt 2	Barrage	36.620172	4.139169	TAK2	170	55
TiziOzou	Sebaou	Barrage	Djebbla	Barrage	36.777804	4.207914	DJB	160	60
TiziOzou	Sebaou	Barrage	Ain Z	Barrage	36.534604	3.867464	AIZ	300	70
TiziOzou	Sebaou	Barrage	D-mizan	Barrage	36.565379	3.841095	DMZ	270	68
TiziOzou	Sebaou	Barrage	Cap-jnet	Barrage	36.864814	3.776847	CPJ	80	13
TiziOzou	Sebaou	Barrage	RC-BOUKHALFA	Barrage	36.745148	4.01025	RCB	80	38

Annexe 2 .Paramètres physico-chimiques de différents sites d'étude.

<i>Param Site</i>	<i>BS1</i>	<i>BS2</i>	<i>MS1</i>	<i>MS2</i>	<i>MS3</i>	<i>HS1</i>	<i>HS2</i>	<i>OG1</i>	<i>OG2</i>	<i>OG3</i>	<i>OS1</i>	<i>OS2</i>	<i>OS3</i>	<i>OS4</i>	<i>OS5</i>	<i>OS6</i>	<i>OH1</i>	<i>OH2</i>
Temp	20.3±2.10	21.6±0.8	21±1.0	19.9±0.9	19.5±0.8	20.4±1.4	21.3±1.3	19±3.1	18.5±2.2	16±0.9	17±2.8	17±3	16±1.5	17±1.4	17±1.2	17±1.5	17±2	18±2.5
pH	7.84±0.80	7.7±0.66	7.75±0.34	7.79±0.6	8±0.05	8±0.1	8±0.12	8.2±0.7	8.27±0.08	8.3±0.5	8.12±0.33	8.2±0.66	8.1±0.12	8.25±0.33	8.15±0.3	8.1±0.05	8.1±0.1	8.1±0.5
Cond	850±123	936±237	807±121	800±98	750±45	900±37	850±99	1347±85	1170±56	500±45	529±80	550±45	512±23	453±30	750±12	700±18	650±22	600±9

Annexes

O2	6.93±1.20	5.1±0.45	7.25±0.70	7.27±1.2	7±0.04	7.84±0.9	7.42±0.8	5.1±1.7	5.2±1.4	8±0.4	7.32±0.6	7.3±0.5	7±0.02	8.18±0.00	6.44±0.9	6±1.4	7.2±0.6	7.16±0.3
MES	60±21	40±19	56±14	45±9	40±2	20±1.6	26±2	30±4	40±6	20±5	10±0.5	4±0.6	9±1.1	4±0.7	13±1.2	4±0.5	12±0.4	6±0.00
Turb	60±18	50±12	45±10	52.2±4	40±2.3	10±0.05	5.64±1.36	10±1.7	15±2.4	2±0.8	3±0.05	4.74±1.33	3±1.3	4.2±2.2	0.91±0.00	7.5±2.41	3.61±0.03	1.48±1.12
NH4+	0.8±0.02	1.4±0.033	1.2±0.065	0.8±0.00	0.3±0.00	0.1±0.00	0.2±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.17±0.00	0.14±0.00	0.01±0.00	0.13±0.00	0.15±0.00
NO2-	0.207±0.03	0.17±0.023	0.15±0.00	0.182±0.00	0.15±0.00	0.06±0.00	0.112±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.07±0.00	0.104±0.01	0.08±0.00	0.09±0.00	0.08±0.00	0.09±0.00	0.072±0.00	0.086±0.00	0.04±0.00
NO3-	4.03±0.022	5.1±0.04	1.8±0.02	3.69±0.09	1.1±0.03	5.1±1	6.1±0.05	4.5±0.02	2.92±0.01	3±0.00	0.98±0.00	0.5±0.00	0.4±0.00	0.3±0.00	1.25±0.01	1.51±0.01	0.7±0.00	2.63±0.02
PO4 3-	0.56±0.00	1±0.00	0.7±0.00	0.4±0.00	0.9±0.00	0.03±0.00	2±0.02	1±0.01	0.06±0.01	0.08±0.00	0.03±0.00	0.7±0.01	0.1±0.00	0.08±0.00	0±0.02	0.95±0.00	0.8±0.01	0.38±0.00
Ca2+	12±0.50	6±10	10±0.00	6±0.00	28.7±1.23	36.8±2.44	36.83±3.55	15±0.2	20±1.3	86.4±2.34	75.2±4.66	62.4±3.88	86.6±5.6	78±3.75	84.8±5	76.8±2.8	54±2.60	73.6±0.5
Mg2+	10±0.30	6±0.00	9±0.00	6.2±1.3	18±2.2	16±2.8	15±1.6	18±0.3	15±1.5	20.4±3.4	10±1.3	12.2±1.00	14.1±0.22	12.2±1.10	14.5±0.80	13.2±1.01	12.2±0.1	16.5±1.1
Cl-	271.5±23.2	217.4±12	113±6	217.5±4.50	170±3.4	125±1.3	129±7.00	218±0.00	190±0.00	25.4±0.00	13.8±1.19	25.8±0.55	3±0.50	21.3±2.29	2.3±1.99	2.7±4.34	6±0.34	4.3±0.01

Annexe 3. Mode opératoire pour les différents paramètres physico-chimiques analysés

<i>Paramètre</i>	<i>Mode opératoire</i>
<i>Température de l'eau</i>	Obtenue en prolongeant dans l'eau à analyser une sonde thermoélectrique reliée par un câble à un thermomètre (de type 340i avec une précision de 0,1), elle est mesuré in situ (°C).
<i>Potentiel d'hydrogène (pH)</i>	La mesure de pH se fait à l'aide d'une sonde de pH mètre. Il se définit comme le potentiel des ions d'hydrogène.
<i>Turbidité</i>	Mesurée en prolongeant dans l'eau à analyser une sonde thermoélectrique reliée par un câble à un multi paramètres
<i>O2 dissout</i>	Mesurée en prolongeant dans l'eau à analyser une sonde thermoélectrique reliée par un câble à un multi paramètres
<i>Conductivité électrique</i>	Mesurée en prolongeant dans l'eau à analyser une sonde thermoélectrique reliée par un câble à un multi paramètres
<i>MES</i>	La détermination des MES se réalise au laboratoire par la méthode de filtration (Rodier, 2005) (mg/L).
<i>Calcium (Ca⁺⁺)</i>	Il est dosé par la méthode gravimétrique et considérant ses atomes par leur poids (mg/L).
<i>Magnésium (Mg⁺⁺)</i>	La gravimétrie est la technique d'analyse utilisée pour ce paramètre (mg/L).
<i>Chlorure (Cl⁻)</i>	Il est déterminé par la méthode titrimétrique (mg/L).
<i>NH₄⁺</i>	La détermination de NH ₄ ⁺ par méthodes colorimétriques (mg/L).
<i>Nitrates (NO₃⁻)</i>	Les nitrates sont des composés chimiques faits d'azotes et d'oxygène. La détermination de NO ₃ ⁻ par méthodes colorimétriques (mg/L).
<i>Nitrites (NO₂⁻)</i>	Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (Rodier, 2005). La détermination de NO ₂ ⁻ par méthodes colorimétriques (mg/L).
<i>Phosphates (PO₄⁻)</i>	Le Phosphore existe naturellement dans le milieu aquatique en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique, sous différentes formes oxydées. La détermination de PO ₄ ⁻ par méthodes colorimétriques (mg/L).

Freshwater fishes of West Kabylia, Algeria

Lyas Baikeche^{1*}, Abdelkader Lounaci¹, Matthew Ford², Dhya Lounaci-Daoudi¹ & Jörg Freyhof²

¹Laboratory of Natural Resources, Faculty of Biological Sciences and Agricultural Sciences, Mouloud Mammeri University, BP 15000 Tizou Ouzou, Algeria

²Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, 10115 Berlin, Germany

*Corresponding author, e-mail: lyas.baikeche@ummto.dz

ABSTRACT

In this work, the diversity of freshwater fishes from western Kabylia (northern Algeria) was examined and a total of 18 species were identified, including seven native and 11 non-native species. Only *Luciobarbus setivimensis*, *Salaria fluviatilis*, *Tropidophoxinellus callensis* are exclusive native freshwater inhabitants with the remainder euryhaline migrants or temporary residents. The highest species richness was recorded in the Oued-Aïssi drainage where 13 species were recorded, followed by the Oued-Bougdourra with seven species and the Oued-Boubhir with six species. The most widespread and abundant native species is *Luciobarbus setivimensis*, which was found at 20 sites, while non-native *Carassius auratus* and *Pseudorasbora parva* were recorded at 15 and 14 sites, respectively.

KEY WORDS Distribution; Freshwater fish; Inventory; Sebaou; West Kabylia.

Received 23.10.2021; accepted 05.12.2021; published online 30.12.2021

INTRODUCTION

Kabylia is a part of northern Algeria and it has a relatively wet climate and a great variety of landscapes reflected in diverse and species-rich animals and plants communities (Jeannel, 1956; Roberts, 1975; Rosenbaum et al, 2002; Lévêque & Paugy, 2006). However, the freshwater fish diversity and the distribution of species remain incompletely known.

Boulenger (1911) and Pellegrin (1921) published the first catalogs of fishes from northern Africa, including Algeria. Seurat (1922, 1930), Dieuzeide (1927, 1932), Dieuzeide & Champagne (1950), Dieuzeide & Roland (1951), Almaça (1969), Bouhaddad (1993), Doadrio (1994) and Bouhadad & Asselah (1998), published subsequent studies which referred to the fishes of Algeria.

More recently, Zouakh et al. (2004) studied the ichthyofauna of the Hoggar and Tassili highlands, Chaoui et al. (2006) surveyed Lake Mellah,

Blanco et al. (2006) described a new species of *Apricaphanius* from the Saoura Valley, and Bacha & Amara (2007) provided an updated inventory of fish species inhabiting the Soummam River system. A national overview of all native and alien species was published by Kara (2011), while Chaibi (2014) surveyed the Aurès and northern Sahara regions, Djeddar (2015) focussed on artificial reservoirs in the upper Cheliff River, and Brahim et al. (2017); Brahim et al. (2018) described new species in the genus *Luciobarbus*.

To date, only Penczak & Molinski (1984) and Lounaci-Daoudi et al. (2016) have provided data on the freshwater fishes of West Kabylia. Ford et al. (2020) provided an overview of the known distribution of freshwater fishes across the entire Maghreb region, and called on the ichthyological community to fill knowledge gaps and increase the availability of open access range data in order to improve conservation management efforts.

The present work provides an update on the distribution of freshwater fish species in the West

Kabylia region. The main objectives of this study were (1) to establish a more complete and up-to-date list of freshwater fishes in order to provide baseline data for future management or monitoring programs, and (2) to rectify the taxonomic uncertainty created by previous studies. In addition to sharing occurrence data, this study also integrates more descriptive distribution data to assist in the development of global observation databases based on field records.

MATERIAL AND METHODS

Study area

Fieldwork was carried out in West Kabylia, a geographical region in the central Tell Atlas Mountains of northern Algeria (Fig. 1). The region covers approximately 25,000 km² extending eastwards from Thénia to Béjaïa (3.3–5.0°E), and northwards from the Djurdjura mountain range to the Mediterranean Sea (36.3–36.9°N). The region experiences a typical Mediterranean climate with hot, dry summers and cool, mild winters, and annual precipitation of 800–1200 mm depending on altitude (Lounaci & Vinçon, 2005)

The Sebaou is the major river drainage in the region, occupying an area of roughly 3,000 km². Its sources are located on the north face of the Djurdjura massif (2308 m AMSL) and the southern slopes of the coastal range (800 m AMSL), from where it flows for around 110 kilometers before discharging into the Mediterranean Sea at Takdemt (36°54'N 3°51'E), near the town of Delys (Lounaci, 2005).

The three main tributaries of the Sebaou are the Boubhir, Aïssi, and Bougdoura rivers. The Taksebt, Draa El Mizan, Ain Zaouia, and Djebba dams were constructed within the drainage between the late 1960s and 2002 (Lounaci, 2005). The first-order Sidi Khelifa and Ath Chafaa rivers, which drain the northern face of the coastal mountain range, and the Cap-Djinet man-made reservoir were also included within the framework of the study but do not share hydrographic connections with the Sebaou.

Sampling and mapping

Fishes were sampled from April to July in both 2018 and 2019, and occasionally outside these periods. Sampling sites were selected to represent

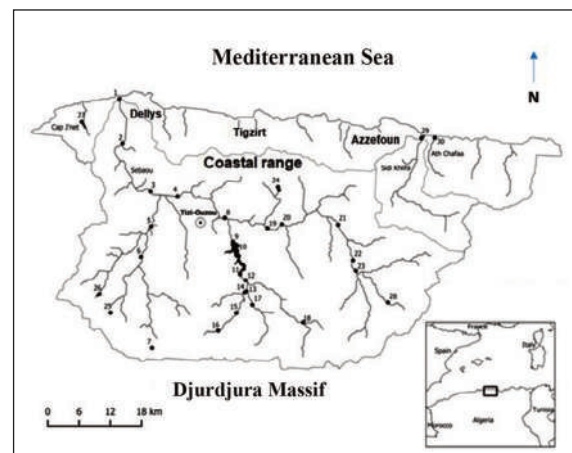


Figure 1. Map of the West Kabylia region indicating all sites sampled during this study.

a wide range of available habitats within the study area. Wadeable river stretches and shorelines of reservoirs were sampled using a variable current electro-fishing backpack with attached dip net, operated by two practitioners with current: AC (3 phases); Power: 1.5 KVA; Voltage: 230/400 V; Current: 5.2/2.8 A; Frequency: 670 Hz. At each of these sampling sites, fishing was carried out along a stretch of 100 meters and up to 3 meters from the edge of the bank.

Fishes were mostly identified in situ before being released alive, with some individuals preserved in 70% ethanol for further analyses. In rivers and reservoirs, 100 x 10 meters single or 50 x 1.5-meters trammel drift gill nets with various mesh sizes were installed and left in place for 24 hours, and some individuals were collected using rod and line. Identification was based on keys provided by Azeroual (2003), Kottelat & Freyhof (2007), and Brahimi et al. (2018). The sampling sites were visualized on a regional-scale map using the open-source Geographic Information System QGIS version 3.4 (QGIS, 2019), with each site displayed as an individual point. Inland waters were derived from HydroSHEDS (Lehner et al., 2008) while some lakes were digitized manually using Google Earth Pro.

RESULTS

During this study, 30 sites were surveyed and 18 species were identified. Among these, seven species were native and 11 non-native to the study area. Only three native species are both resident

Species / Map codes	Lower Sebaou		Middel Sebaou			Upper-Sebaou			Bougdoura			Aïssi						Bouhbir													
	Rivers		Rivers		Dams	Rivers			Rivers			Dams			Rivers						Rivers			Rivers	Dams						
	Takdemt	Baghla	Tadmait	Dbk	Tazmalt	Djebia	Tamda	Chaib	Freha	Bougdoura	AssifBoghni	Ath Kouffi	Ain Z	D-mizan	Taksebt 1	Taksebt 2	Taksebt 3	Takhoukt	Pont Takhoukt	Route Ouadhias	Assif tamda	Tamdaous-sarhi	Assif larbaa	Assif djamaa	Bouhbir 1	Bouhbir 2	Sahel	Sidi khelifa	Ath Chaffa	Cap-Djinet	
<i>Petromyzon marinus</i>																		*													
<i>Anguilla anguilla</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*											*			*		
<i>Alosa algeriensis</i>	*			*					*																*						
<i>Cyprinus carpio</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Luciobarbus setivimensis</i>					*	*		*	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Carassius auratus</i>		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ctenopharyngodon idella</i>												*			*																
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>														*	*																
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>														*	*																
<i>Pseudorasbora parva</i>		*	*	*				*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Rutilus rutilus</i>															*	*	*														*
<i>Tropidophoxinellus callensis</i>															*		*														*
<i>Atherina boyeri</i>															*																*
<i>Gambusia holbrooki</i>																															*
<i>Mugil cephalus</i>	*																											*			*
<i>Salaria fluviatilis</i>																															*
<i>Micropterus salmoides</i>													*																		*
<i>Sander lucioperca</i>												*	*	*	*	*	*														*

Table 1. Fish species distribution in West Kabylia; * = presence.

and exclusively freshwater inhabitants (*Luciobarbus setivimensis*, *Salaria fluviatilis*, and *Tropidophoxinellus callensis*), while the others were euryhaline migrants or temporary residents. The greatest species richness was recorded in the Aïssi River, where 13 species were recorded, followed by the Bougdoura River with eight species and the Bouhbir River with six species (Table 1).

Alosa algeriensis is reported for the first time in West Kabylia. *Luciobarbus setivimensis* is the most widespread and abundant native species, being present at 20 sites, while the non-native species *Carassius auratus* and *Pseudorasbora parva* were recorded at 15 and 14 sites, respectively. The known ranges of the native *Salaria fluviatilis*, *Tropidophoxinellus callensis*, and non-native *Pseudorasbora parva* and *Gambusia holbrooki* in the study

area were extended as a result of the surveys.

Quantitatively, the surveys collected 1951 individuals. Relative abundance is calculated as the percentage of individuals of the species relative to the total individuals captured at all sites. The relative abundance and frequency of occurrence of all species at all sites are presented in Fig. 2.

The known global ranges for the two anadromous migrant species (*Alosa algeriensis*, *Petromyzon marinus*), and the two native freshwater species (*Salaria fluviatilis* and *Tropidophoxinellus callensis*) were extended, based on the results of this study.

Six out of eight alien species were voluntarily (*Hypophthalmichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Gambusia holbrooki*, *Ctenopharyngodon idella*, *Micropterus salmoides*, *Sander lucioperca*) or accidentally (*Rutilus rutilus* and *Atherina boyeri*)

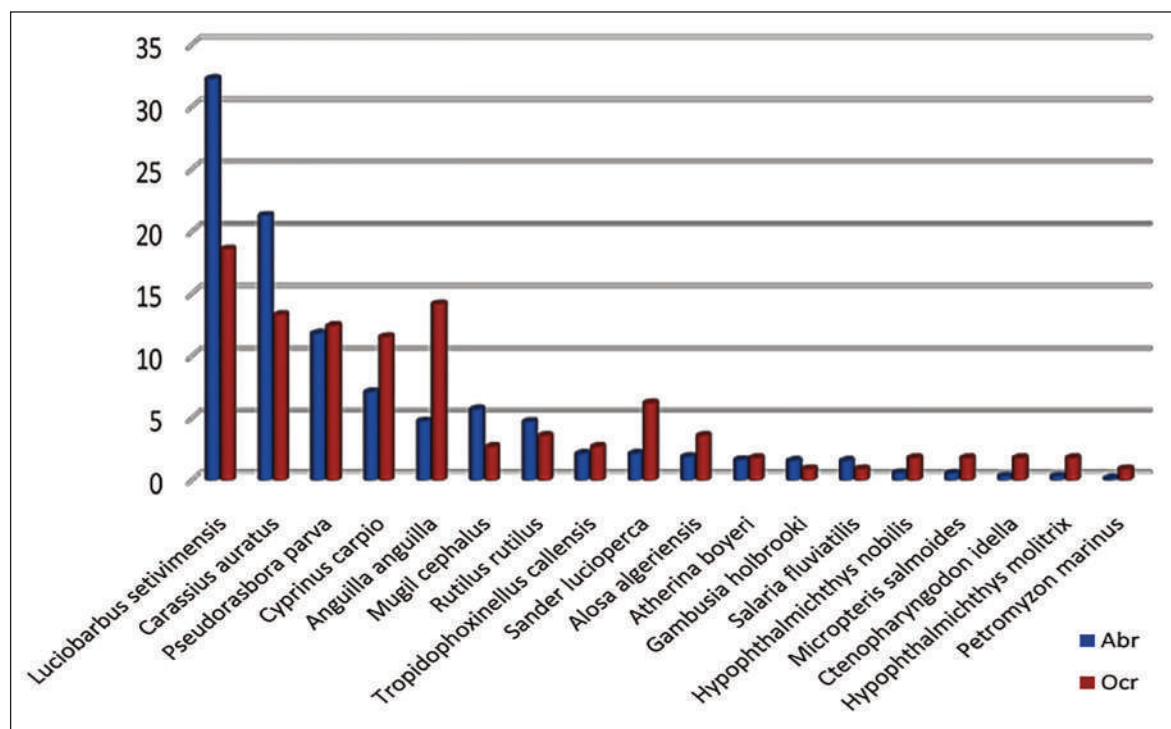


Figure 2. Relative abundance and occurrence of freshwater fish sampled in West Kabylia. Abr = Relative abundance over all sites; Ocr = Frequency of occurrence over all sites.

introduced within the framework of national programs aimed at restocking water bodies for aquaculture, reducing eutrophication in reservoirs, and control of mosquito populations.

Species accounts

Family PETROMYZONTIDAE

Petromyzon marinus (Linnaeus, 1758)

This anadromous species is rarely found in Algerian rivers (Lounaci-Daoudi et al, 2016). It cannot be excluded that it resides in western Kabylia. The only previous record in the area is from 2016, upstream of the Taksebt dam.

Recorded from site: 12 (Fig. 1).

Family ANGUILLIDAE

Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758)

Inhabits diverse lacustrine and fluvial habitats throughout the study area and was recorded in all four reservoirs within the Sebaou drainage (Taksebt, Djebba, Ain Zaouia, and Draa El Mizan), plus

stretches of the main stem and major tributaries. This species is adversely affected by dam construction, which interferes with its migration routes. It is routinely stocked in reservoirs throughout West Kabylia, but was not recorded at Cap-Djinet during this study despite glass eels being regularly introduced there.

Recorded from sites: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29 (Fig. 1).

Family CLUPEIIDAE

Alosa algeriensis (Regan, 1916)

This species might be widespread along the Mediterranean coast of North Africa and was recently recorded from Takdemt. It potentially spawns in the Sebaou River.

Recorded from sites: 1, 4, 21, 23 (Fig. 1).

Family CYPRINIDAE

Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)

Widely recorded from reservoirs and downstream river stretches throughout the Sebaou drainage. It was originally imported for aquaculture



Figure 3. Examples of native species collected during this study. Anticlockwise from top left: *Tropidophoxinellus callensis*, Soummam River, Algeria; *Salaria fluviatilis*, Oued Boughzazene, Algeria; *Mugil cephalus*, Atlantic coast; Morocco; Right from top: *Luciobarbus setivimensis*, Soummam River, Algeria; *Anguilla anguilla*, Rhine River, Germany; *Alosa algeriensis*, Soummam River, Algeria.

but self-sustaining populations now exist across northern Algeria.

Recorded from sites: 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 19, 20, 23, 24, 25, 26.

Luciobarbus setivimensis (Valenciennes, 1842)

The most ubiquitous native freshwater fish species in West Kabylia. It is present throughout middle and upper parts of the Sebaou drainage, including the three major tributaries and all artificial lakes. Often the only species present in headwater streams, but absent in the lower Sebaou.

Recorded from sites: 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29.

Carassius auratus (Linnaeus, 1758)

Present throughout the Sebaou drainage, including all three major tributaries and the Taksebt and Djebba reservoirs.

Recorded from sites: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 20, 21, 22, 23, 24 (Fig. 1).

Family XENOCYPRIDIDAE

Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)

Recorded from the Taksebt and Ain Zaouia reservoirs during the present study. It does not reproduce naturally in northern Algeria but continues to

Map code	City	Drainage	Sub-drainage	Site	Description of site	Latitude	Longitude
1	Boumerdes	Sebaou	Lower Sebaou	Takdemt	River	36.910108	3.853730
2	Boumerdes	Sebaou	Lower Sebaou	Baghlia	River	36.833142	3.867943
3	Tizi Ozou	Sebaou	Middle Sebaou	Tadmait	River	36.752775	3.935065
4	Tizi Ozou	Sebaou	Middle Sebaou	Dbk	River	36.747557	3.993603
5	Tizi Ozou	Sebaou	Bougdoura	Bougdoura	River	36.690806	3.941464
6	Tizi Ozou	Sebaou	Bougdoura	Assif Boghni	River	36.636556	3.924423
7	Tizi Ozou	Sebaou	Bougdoura	Ath Kouffi	River	36.478192	3.961580
8	Tizi Ozou	Sebaou	Middle Sebaou	Tazmalt	River	36.716304	4.098301
9	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Taksebt 1	Reservoir	36.675616	4.119193
10	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Taksebt 2	Reservoir	36.660559	4.128693
11	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Taksebt 3	Reservoir	36.620172	4.139169
12	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Takhokht	River	36.609769	4.151970
13	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Pont Takhokht	River	36.590573	4.155173
14	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Route Ouadhias	River	36.588679	4.151970
15	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Assif Tamda	River	36.551293	4.137081
16	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Tamda oussarghi	River	36.517778	4.100636
17	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Assif Iarbbba	River	36.567359	4.169997
18	Tizi Ozou	Sebaou	Aissi	Assif djamaa	River	36.543715	4.281334
19	Tizi Ozou	Sebaou	Upper Sebaou	Tamda	River	36.703927	4.191311
20	Tizi Ozou	Sebaou	Upper Sebaou	Chaib	River	36.712649	4.221759
21	Tizi Ozou	Sebaou	Upper Sebaou	Freha	River	36.718871	4.342246
22	Tizi Ozou	Sebaou	Boubhir	Boubhir 1	River	36.658516	4.379244
23	Tizi Ozou	Sebaou	Boubhir	Boubhir 2	River	36.640532	4.386606
24	Tizi Ozou	Sebaou	Middle Sebaou	Djebba	Reservoir	36.777804	4.207914
25	Tizi Ozou	Sebaou	Bougdoura	Ain Z	Reservoir	36.534604	3.867464
26	Tizi Ozou	Sebaou	Bougdoura	D-mizan	Reservoir	36.565379	3.841095
27	Tizi Ozou	Sebaou	Lower Sebaou	Cap-Djinet	Reservoir	36.864814	3.776847
28	Tizi Ozou	Sebaou	Boubhir	Sahel	Reservoir	36.589422	4.459776
29	Tizi Ozou	Sidi Khelifa	N/A	N/A	River	36.881668	4.509135
30	Tizi Ozou	Ath Chaffa	N/A	N/A	River	36.884132	4.537978

Table 2. Details of sites sampled during this study.

be widely stocked (Kara, 2011). It is native to Eastern Asia, and fry were first introduced to Algeria from Hungary during the mid-1980s for aquaculture and control of aquatic vegetation (Chaibi, 2014).

Recorded from sites: 10, 25 (Fig. 1).

Hypophthalmichthys molitrix (Valenciennes, 1844)

Recorded only in Taksebt reservoir during the present study. Native to Eastern Asia and was introduced to many artificial lakes in Algeria during the mid-1980s for aquaculture purposes, but does not reproduce naturally (Chaibi, 2014). It first appeared in Taksebt just after the dam was completed in 2002 (Kara, 2011).

Recorded from sites: 9, 10 (Fig. 1).

Hypophthalmichthys nobilis (Richardson, 1845)

Recorded only in Taksebt reservoir during the present study. Native to central and southern China, Algerian populations do not reproduce naturally and are the result of stocking (Chaibi, 2014). This species was first introduced to the country during the mid-1980s (Kara, 2011).

Recorded from sites: 9, 10 (Fig. 1).

Family GOBIONIDAE

Pseudorasbora parva (Temminck et Schlegel, 1846)

Recorded from the Sebaou River drainage for the first time during the present study, where it was among the most common and abundant species. It is present in Taksebt reservoir, the Sebaou main channel and the lower parts of all three major tributaries, where juveniles were also observed. This species was unintentionally introduced to northern Algeria alongside other species imported for aquaculture.

Previous studies mentioned that it is present but isolated in the region, but it is becoming more widespread (Kara, 2011).

Recorded from sites: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 23 (Fig. 1).

Family LEUCISCIDAE

Rutilus rutilus (Linnaeus, 1758)

Recorded from the Taksebt reservoir and Aïssa River just above the artificial lake. This species was

probably introduced from Europe to Algeria accidentally alongside other species imported for aquaculture.

Recorded from sites: 10, 11, 12, 27 (Fig. 1).

Tropidophoxinellus callensis (Guichenot, 1850)

Recorded from two artificial lakes during this study. It has been previously misidentified as *Alburnus alburnus* (Lounaci-Daoudi et al., 2016). This species was possibly introduced to West Kabylia, where it is also known from the Soummam River (Bacha & Amara, 2007), but further study is required to confirm this hypothesis.

Recorded from sites: 10, 12, 27 (Fig. 1).

Family ATHERINIDAE

Atherina boyeri (Risso, 1810)

This coastal species is here reported for the first time from the Taksebt reservoir. It is likely to be a recent and possibly accidental introduction.

Recorded from site: 10 (Fig. 1).

Family POECILIIDAE

Gambusia holbrooki (Girard, 1959)

The eastern mosquitofish was recorded from Cap Djinet reservoir for the first time during this study. This species is native to the eastern United States, and was introduced to Algeria in 1926 (Kara, 2011).

Recorded from sites: 27 (Fig. 1).

Family MUGILIDAE

Mugil cephalus (Linnaeus, 1758)

This mullet was common in the lower Sebaou and Sidi Khelifa rivers, where juveniles were also observed. Fingerlings are regularly introduced to Cap Djinet reservoir where they are left to grow on before being fished for subsistence.

Recorded from sites: 1, 27, 29 (Fig. 1).

Family BLENNIIDAE

Salaria fluviatilis (Asso, 1801)

This species has a very restricted range in Algeria. Its distribution extends eastwards from the Ait Chaffa River, where it was recorded for the first

time during this study, to the Agrioun River draining to the Gulf of Béjaïa. Additional field surveys are required to establish the limits of its range with certainty.

Recorded from site: 30 (Fig. 1).

Family CENTRACHIDAE

Micropterus salmoides (Lacépède, 1802)

This species is confined to artificial lakes within the study area. It is native to North America from where it was introduced to Algeria for angling during the 1950s (Moreau et al., 1994; Kara, 2011). It is present in central and western parts of the country (Bacha & Amara, 2007) and has been reported from West Kabylia since the mid-1980s, when it was stocked as part of a national government fisheries program (Kara, 2011).

Recorded from sites: 26, 27 (Fig. 1).

Family PERCIDAE

Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)

Recorded from Cap Djinet reservoir for the first time during this study. It is also present in the Draa El Mizan and Taksebt reservoirs, and the Aïssi River above the latter. The populations in Taksebt and Cap Djinet appear to be self-sustaining, with juveniles observed. This species was introduced to Algeria from Hungary during the mid-1980s for aquaculture (Kara, 2011).

DISCUSSION

This study provides the first comprehensive inventory of freshwater fishes inhabiting the West Kabylia region, and contributes baseline data for potential management and monitoring programs. As is typical across Algeria, the native freshwater fish fauna is depauperate and today dominated by alien species.

With 18 taxa recorded, freshwater fish species richness in West Kabylia is comparable with other regions in northern Algeria, such as the Soummam drainage with 19 species (Bachat & Amara, 2007), the Aurès with 14 species (Chaibi, 2014), and the upper Chélif reservoirs with 10 species (Djezzar, 2015).

Non-native species represented 61% of total richness, and several have established self-sustaining populations. If euryhaline, native species are excluded, non-native species comprise 79% of the regional ichthyofauna. The most common and widespread non-natives were *Carassius auratus* and *Pseudorasbora parva*, which were more widespread than all native species other than *Luciobarbus setivimensis*. The establishment of non-native species is likely to have been favoured by the construction of dams and the artificial lakes they create, with a subsequent homogenization of resident fish communities (Clavero & Hermoso, 2011; Liew et al., 2016). For example, in Taksebt (the largest reservoir within the Sebaou drainage) we recorded 12 alien species among which just three were native and only one, *Luciobarbus setivimensis*, was a primary freshwater resident.

Throughout the study area, there is no data regarding the current status of native fish species population trends, the timing of non-native fish species introductions, or their likely repercussions on native ecosystems and biodiversity. This study, therefore, provides an initial baseline for implementation of a monitoring program that should include additional field studies designed to fill these knowledge gaps in order to facilitate informed future management.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work is part of the 'Continental Aquatic Ecosystems Research' project initiated by the natural resources laboratory of Mouloud Mammeri University in Tizi Ouzou. We would like to thank colleagues and local fishermen for their kind assistance during sampling. The authors would like to thank the editor and the two anonymous reviewers for their constructive comments on the manuscript.

REFERENCES

- Almaça C., 1969. Révision critique de quelques types de Cyprinidae d'Europe et d'Afrique du Nord des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, 40 (6): 1116–1144.
- Azeroual A. 2003. Monographie des poissons des eaux continentales du Maroc: systématique, distribution et écologie. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, 193 pp.

- Bacha M. & R. Amara. 2007. Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybum*, 31: 351–358.
- Blanco J.L., T. Hrbek & I. Doadrio. 2006. A new species of the genus *Aphanius* (Nardo, 1832) (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from Algeria. *Zootaxa*, 1158: 39–53. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1158.1.2>
- Bouhadad R. 1993. Distribution des espèces de genre *Barbus* en Algérie. *Cahier Entomologique*, 13: 185–188.
- Bouhadad R. & B. Asselah. 1998. Biodiversité comparée de l'ichtyofaune des eaux douces algériennes (Sahara et nord) et maghrébine. *Santé plus*, 61: 19–22.
- Boulenger G.A., 1911. Catalogue of the freshwater fishes of Africa in the British Museum, London, 2: 529.
- Brahimi A., Freyhof J., Henrard A. & Libois R., 2017. *Luciobarbus mascarensis* and *Luciobarbus chelifensis* (Cyprinidae): two new species in Algeria. *Zootaxa*, 4277: 32–50. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.1.3>
- Brahimi A., Libois R., Henrard A. & Freyhof J., 2018. *Luciobarbus lanigarensis* and *L. numidiensis*, two new species of barbels from the Mediterranean Sea basin in North Africa (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4433: 542–560. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4433.3.9>
- Chaoui L., Kara M.H., Faure H.E. & Quignard J.P., 2006. L'ichtyofaune de la lagune du Mellah (Algérie Nord Est): Diversité, production et analyse des captures commerciales. *Cybum*, 30: 123–132.
- Chaïbi R., 2014. Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des Aurès et du Sahara Septentrional avec sa mise en valeur. Thèse de Doctorat Es sciences, Université de Biskra, Algérie, 237 pp.
- Clavero M. & Hermoso V., 2011. Reservoirs promote the taxonomic homogenization of fish communities within river basins. *Biodiversity and Conservation*, 20: 41–57. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9945-3>
- Dieuzeide R., 1927. L'oued Réghaia. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 161–171.
- Dieuzeide R., 1932. L'empoisonnement des eaux de l'oued Mazafran. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 189–207.
- Dieuzeide R. & Champagne R., 1950. L'able de la calle (*Phoxinellus callensis* Guichenot). *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 2: 9–28.
- Dieuzeide R. & Roland J., 1951. Le laboratoire d'hydrobiologie et de pisciculture d'eau douce du Mazafran. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 3: 190–207.
- Djezzar M., 2015. Biodiversité et diagnose piscicole de trois lacs de barrages du haut Chellif (Ain Defla, Algérie): Ghrib, Harreza et Sidi M'Hamed Bentaiba. Thèse de Doctorat Es Sciences. ENS Agronomique d'El Harrach, Alger.
- Doadrio I., 1994. Fresh water fish fauna of North Africa and its biogeography. *Annales du Musée Royal d'Afrique Centrale, Zoologie*, 275: 21–34.
- Doadrio I., Bouhadad R. & Machordom A., 1998. Genetic differentiation and biogeography in Sahara populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Folia Zoologica*, 47: 7–20.
- Ford M., Brahimi A., Baïkeche L., Bergner L., Clavero M., Doadrio I., Lopes-Lima M., Perea S., Yahyaoui A. & Freyhof J., 2020. Freshwater fish distribution in the Maghreb: a call to contribute. *OSF Preprints*, January 9. <https://doi.org/10.31219/osf.io/kx4gc>.
- Jeannel R., 1956. Un nouveau genre de Psélaphides de l'île Maurice (Col.). *Mauritius Institute Bulletin*, 3: 279–282.
- Kara H.M., 2011. Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European Journal of Wildlife Research*, 58: 243–253. <https://doi.org/10.1007/s10344-011-0570-6>
- Kottelat M. & Freyhof J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland, Publications Kottelat. i–xiii+ 646 pp.
- Lehner B., Verdin K. & Jarvis A., 2008. New global hydrography derived from space borne elevation data. *Eos, Transactions, AGU*, 89: 93–94.
- Lévêque C. & Paugy D., 2006. Distribution géographique et affinités des poissons d'eau douce africains. In: Lévêque C. & Paugy D. (Eds.), *Les poissons des eaux continentales*, pp. 59–74. Diversité, écologie, utilisation par l'homme, Editions IRD, Paris, 521 pp.
- Liew J.H., Tan H.H. & Yeo D.C., 2016. Dammed rivers: impoundments facilitate fish invasions. *Freshwater Biology*, 61: 1421–1429.
- Lounaci A., 2005. Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 280 pp.
- Lounaci-Daoudi D., Lounaci A. & Arab A., 2016. Freshwater fish fauna of Algeria: the fish fauna of inland waters of Great-Kabylia. *Advances in Environmental Biology*, 10: 74–84.
- Lounaci A. & Vinçon G., 2005. Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord [Plecoptera]. *Ephemera*, 6: 109–124.
- Moreau J., Arrignon J. & Jubb R.A., 1994. Introduction of foreign fishes in African inland waters. Suitability and problems. In: Lévêque C., Bruton M.N. & Sentongo G.W. (Eds.), *Biology and ecology of African freshwater fishes*, ORSTOM: 395–426.
- Pellegrin J., 1921. Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française: Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara. *Mémoire Société Sciences Naturelles du Maroc*, 1: 1–216.

- Penczak T. & Moliński M., 1984. Fish production in Oued Sebaou, a seasonal river in North Algeria. *Journal of Fish Biology*, 25: 723–732.
- Roberts T.R., 1975. Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 57: 249–319.
- Rosenbaum G., Lister G.S. & Duboz C., 2002. Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene. In: Rosenbaum G. & Lister G.S., Reconstruction of the evolution of the Alpine-Himalayan Orogen. *Journal of the virtual explorer*, 8: 107–130.
- <https://doi.org/10.3809/jvirtex.2002.00053>
- Seurat L.G., 1922. Les connaissances actuelles sur les poissons culicivores. *Bulletin de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione*, 1: 55–73.
- Seurat L.G., 1930. Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie. Masson et Cie Editeurs, Paris.
- Zouakh D.E., Bouhadad R., Moulla M. & Cherbi M., 2004. Ichtyofaune, macrofaune benthique et peuplement zooplanctonique des hydrosystèmes du Hoggar et du Tassili. *Bulletin de la société zoologique de France*, 103: 55–80.

الملخص

تحتوي المياه القارية الجزائرية على أسماك عديدة ومتنوعة نسبياً. وهي مورد ذو أهمية كبيرة من الناحية الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية والتنوع البيولوجي

تحظى الآن الاضطرابات البشرية المنشأ وتغير المناخ وتأثيرها على التنوع البيولوجي باهتمام متزايد من المجتمع العلمي ومسيري النظم الإيكولوجية الطبيعية والمدارة. حيث يمكن أن يكون لتغير المناخ واضطراب الموائل تداعيات كبيرة على الأنواع وتجمعاتها

إن الهدف من هذه الأطروحة يندرج في إطار الجهود التي تبذلها الجزائر لحماية تنوعها البيولوجي، حيث يتم إيلاء اهتمام كبير للثروة البيولوجية في المياه القارية

في الجزء الأول، قدمنا ملخصاً للبيانات البيلوغرافية عن الأسماك في المياه القارية الجزائرية. تشمل القائمة 70 نوعاً تنتمي إلى 25 فصيلة و42 جنساً. 37 منها نوعاً محلياً، 12 منها متوطنة و33 نوعاً دخيلاً. من بين الأنواع المحلية، هناك 15 نوعاً مدرجاً على القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة والموارد الطبيعية للأنواع المهددة بالانقراض أو شبه المهددة.

كما يتم عرض نتائج دراسة حول الأسماك في المياه العذبة في منطقة القبائل. تم وضع قائمة للأسماك على أساس البيانات المستسقة من حملات أخذ العينات التي أجريت بين عامي 2018 و2020. تشمل القائمة 21 نوعاً تنتمي إلى 19 جنساً ممثلة في 13 عائلة وثمانين رتب. وهي تمثل حوالي 30% من الأنواع المعروفة في الجزائر. تم ذكر خمسة أنواع لأول مرة من المياه القارية في منطقة القبائل (أبراميس براما، جامبوسيا هولبروكي، أثيرينا بويري، بسودوراسبوربارفا، تروبيدوفوكسينيلوسكالينسيس).

واستناداً إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية الـ 15، تم استخدام طرق تحليل البيانات المتعددة الأبعاد لوصف الاختلافات المكانية في جودة المياه في مستجمعاتسيباو. تم توضيح التوزيع المكاني للأنواع باستخدام تحليل التناظر العامي، وتم البحث عن نوى التقارب بين الأنواع و/أو المحطات باستخدام طريقة التصنيف الهرمي. تم تحديد ثلاث مجموعات من الأنواع والمواقع. تتكون المجموعة 1 بشكل أساسي من الأنواع الملحية التي تتحمل الملوحة، والمجموعة 2 غير متجانسة إلى حد ما وتهيمن عليها الأنواع ذات الأعداد المنخفضة، والمجموعة 3 تشمل الأنواع التي يتم إدخالها وتصريفها بشكل متكرر في الخزانات الاصطناعية.

الكلمات المفتاحية: الاسماك، التنوع، التوزيع، المياه العذبة، منطقة القبائل، الجزائر

Abstract

Algeria's continental waters contain a relatively rich and diverse fish fauna. This resource is of great ecological, socio-economic and biodiversity interest.

Anthropogenic disturbance, climate change and their impact on biodiversity are now receiving increasing attention from the scientific community and managers of natural and managed ecosystems. Climate change and habitat perturbation could have major repercussions on species and their assemblages.

The aim of this thesis is to contribute to Algeria's efforts to safeguard its biodiversity, with particular attention being paid to the biological wealth of continental waters.

In the first part, we presented a summary of bibliographic data on fish in Algerian continental waters. The list includes 70 species belonging to 25 families and 42 genera. 37 are indigenous, including 12 endemics and 33 introduced species. Of the native species, 15 are on the IUCN red list of endangered or near-threatened species.

The results of a study on the ichthyofauna of water bodies in Kabylia are also presented. A list of fauna was drawn up on the basis of data from sampling campaigns carried out between 2018 and 2020. It includes 21 species belonging to 19 genera divided into 13 families and eight orders. They represent 30% of Algeria's known species. Five species are mentioned for the first time from the continental waters of Kabylia (*Abramis brama*, *Gambusia holbrooki*, *Atherina boyerie*, *Pseudorasbora parva*, *Tropidophoxinellus callensis*).

Based on the 15 physico-chemical characteristics, various multidimensional data analysis methods (PCA, CAH) were used to describe the spatial variations in water quality in the Sébaou catchment area. The spatial distribution of species was determined using a factorial correspondence analysis (FCA), and kernels of affinity between species and/or stations were sought using the hierarchical classification method. Three groupings of species and sites were identified. The first group is essentially made up of amphihaline species. Group 2, which is rather heterogeneous, is dominated by species with low numbers. Group 3 includes species that are frequently introduced and discharged into artificial reservoirs.

Key words: Ichthyofauna, diversity, distribution, freshwater, Kabylia, Algeria.

Résumé

Les eaux continentales d'Algérie recèlent une faune ichthyologique relativement riche et diversifiée. Elle constitue une ressource de grand intérêt à la fois sur le plan écologique, socio-économique et sur celui de la biodiversité.

Les perturbations anthropiques, les changements climatiques et leurs impacts sur la biodiversité font aujourd'hui l'objet d'une attention croissante de la part de la communauté scientifique et des gestionnaires des écosystèmes naturels et aménagés. Les modifications climatiques et les perturbations des habitats pourraient donc avoir des répercussions importantes sur les espèces et leurs assemblages.

L'objectif de ce travail de thèse rentre dans le cadre des efforts qu'entreprend l'Algérie pour sauvegarder sa biodiversité, une grande attention est accordée aux richesses biologiques des eaux continentales.

La synthèse des données bibliographiques des poissons des eaux continentales algériennes révèle une liste de 70 espèces appartenant à 25 familles et 42 genres. 37 sont autochtones dont 12 endémiques et 33 introduites. Parmi les espèces autochtones, 15 figurent sur la liste rouge des espèces en danger ou quasi-menacées de l'UICN.

Les résultats d'une étude sur l'ichtyofaune des plans d'eau de la Kabylie sont également exposés. Une liste faunistique est établie sur la base des données issues des campagnes de prélèvements réalisées entre 2018 et 2020. Elle compte 21 espèces appartenant à 19 genres répartis dans 13 familles et huit ordres. Elles représentent 30% des espèces connues d'Algérie. Cinq espèces sont citées pour la première fois des eaux continentales de la Kabylie (*Abramis brama*, *Gambusia holbrooki*, *Atherina boyerie*, *Pseudorasbora parva* et *Tropidophoxinellus callensis*)

Sur la base des 15 caractères physico-chimiques, diverses méthodes d'analyses des données multidimensionnelles (ACP, CAH) ont permis de décrire les variations spatiales de la qualité de l'eau du bassin hydrographique du Sébaou. Quant à la distribution spatiale des espèces, elle a été précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) et les noyaux d'affinité entre espèces et/ou stations ont été recherchés par la méthode de classification hiérarchique. Trois groupements d'espèces et de stations ont été reconnus. Un premier groupement composé essentiellement d'espèces amphihalines, le groupe 2, plutôt hétérogène, est dominé par les espèces à faible effectifs, le groupe 3 comprend les espèces fréquemment introduites et déversées dans les retenues artificielles.

Mots clés : Ichtyofaune, diversité, distribution, eaux douce, Kabylie, Algérie.